



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica**

**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geográfica**

**Estimación mediante la teledetección de la variación de  
la cobertura vegetal en las lomas del distrito de Villa  
María del Triunfo por la expansión urbana y minera  
(1986-2014)**

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo**

**AUTORES**

**María Griselda MIYASIRO LÓPEZ**

**Martín Antonio ORTIZ HUAMANÍ**

**Lima, Perú**

**2016**



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Miyasiro, M. & Ortiz, M. (2016). *Estimación mediante la teledetección de la variación de la cobertura vegetal en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo por la expansión urbana y minera (1986-2014)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geográfica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓGRAFO**

En el salón de Grados de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geográfica de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el viernes 19 de agosto del 2016, siendo las 14:00 horas, en presencia de los Señores Docentes designados como Jurado Calificador.

Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco  
Ing. Ayala Gutiérrez, Máximo  
Ing. Loayza Alatrística, Dante Horacio

Presidente  
Miembro  
Miembro

Reunidos en Acto Académico Público de Sustentación de la TESIS titulada: **“ESTIMACIÓN MEDIANTE LA TELEDETECCIÓN DE LA VARIACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL EN LAS LOMAS DEL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO POR LA EXPANSIÓN URBANA Y MINERA (1986 - 2014)”**, presentada por los Bachilleres MARÍA GRISELDA MIYASIRO LÓPEZ Y MARTÍN ANTONIO ORTIZ HUAMANÍ, para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo.

Expuesta la Tesis; los miembros del Jurado plantearon a los Bachilleres las preguntas pertinentes, que fueron absueltas a: SATISFACCIÓN

Concluida la sustentación de Tesis, el Jurado procedió a evaluar y calificar la calidad y sustentación en secreto, cuyo calificativo fue: DIECISIETE (17) SOBRESALIENTE

Habiendo sido aprobada la Sustentación de la Tesis por el Jurado Calificador, el Presidente del Jurado recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, otorgue el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓGRAFO, a Don MARTÍN ANTONIO ORTIZ HUAMANÍ Y Doña MARÍA GRISELDA MIYASIRO LÓPEZ.

Siendo las 3pm., se dio por concluido el acto académico, expidiéndose diez (10) Actas Originales de la Sustentación de Tesis, firmadas por el Jurado Calificador.

Ciudad Universitaria, 19 de agosto del 2016

DR. CARLOS FRANCISCO CABRERA CARRANZA

PRESIDENTE

Ing. MAXIMO AYALA GUTIÉRREZ  
MIEMBRO

Ing. DANTE HORACIO LOAYZA ALATRISTA  
MIEMBRO



A mi fallecido padre Miguel, por su cariño y anhelo de que sea una buena profesional.

A mi madre María, por su incondicional apoyo y comprensión por las muchas horas de familia que fueron dedicadas al presente proyecto.

A mi hermanita Harumi, por su gran amor y motivación para que sea su ejemplo a seguir.

María Miyasiro

A mis queridos padres Víctor y Lourdes,  
por ser siempre mis amigos y apoyarme  
en todo lo que quiero hacer o conseguir  
en la vida.

A mis queridas hermanas Milagros y  
Mylín, que siempre me alientan a seguir  
creciendo como persona y por siempre  
permitirme ser su ejemplo a seguir.

Martín Ortiz

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestro asesor, el Blgo. César Jorge, por su incondicional apoyo orientación y revisión técnica de la tesis. A todos nuestros profesores de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geográfica por sus enseñanzas brindadas en nuestra etapa de formación como ingenieros geógrafos, pues en todo momento tratamos de aprender al máximo sus conocimientos y experiencias.

Al Geóg. José Manuel Mamani, ex consultor de la Municipalidad Metropolitana de Lima, por habernos motivado, guiado y brindado valiosas sugerencias en el proceso de formulación y elaboración de la tesis, asimismo por compartir con nosotros su investigación y material bibliográfico.

Al Ing. Yonatan Tarazona, investigador del Laboratorio de Teledetección de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por haber compartido su conocimiento en el procesamiento digital de imágenes satelitales.

A los Blgos. Roobert Jimenez y Anna Zucchetti, ex funcionarios de la Municipalidad Metropolitana de Lima; y al Ing. Irwin Faustino, ex funcionario de la Municipalidad Distrital de Villa María del Triunfo, por habernos proporcionado importante material bibliográfico y cartográfico, los cuales resultaron imprescindibles para la elaboración de la tesis.

A la Lic. Angela Villegas, comunicadora social y periodista, por la revisión ortográfica de la tesis.

Y por último, pero no menos importantes, a nuestros queridos amigos “lomeros” por su activismo en pro de la conservación de las lomas y por seguir motivándonos acerca del potencial que tienen las lomas para el ciudadano limeño.

# INDICE

## CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. Problema .....	18
1.1.1. Situación problemática .....	18
1.1.2. Formulación del problema .....	19
1.2. Justificación .....	20
1.3. Objetivos .....	20
1.4. Hipótesis.....	20

## CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO .....	22
2.1. Antecedentes de la investigación.....	22
2.2. Marco de referencia: Lomas, urbanización y minería.....	33
2.2.1. Lomas costeras .....	33
2.2.1.1. Características de las lomas costeras .....	33
2.2.1.2. Fenología en lomas .....	34
2.2.1.3. Cobertura vegetal .....	34
2.2.1.4. Principales lomas de la costa de Perú y Chile.....	35
2.2.1.5. Influencia del fenómeno El Niño en las lomas costeras.....	36
2.2.1.6. Servicios ambientales de las lomas costeras.....	37
2.2.1.7. Situación actual de las lomas costeras .....	39
2.2.2. Actividad minera .....	43
2.2.2.1. Términos de aplicación para las actividades mineras.....	43
2.3. Fundamentos físicos de la teledetección .....	44
2.3.1. El espectro electromagnético.....	44
2.3.2. Radiación electromagnética.....	45
2.3.3. El efecto de la atmósfera sobre la energía electromagnética.....	46
2.3.4. Imágenes satelitales.....	46
2.3.4.1. Pre procesamiento de imágenes satelitales .....	46
2.3.4.2. Correcciones geométricas – georreferenciación .....	47
2.3.4.3. Correcciones radiométricas.....	47
2.3.4.4. Cálculo de reflectividades .....	47
2.3.4.5. Correcciones topográficas .....	47
2.3.4.6. Índices de vegetación .....	48
2.3.4.7. Limitaciones de los índices de vegetación .....	49
2.3.4.8. Índice de vegetación de diferencia normalizada NDVI .....	49
2.4. Condiciones actuales del área de estudio.....	50
2.4.1. Área de estudio .....	50
2.4.2. Medio físico .....	51
2.4.2.1. Clima .....	51
2.4.2.2. Calidad de aire.....	55
2.4.2.3. Geología .....	56
2.4.2.4. Geomorfología .....	57
2.4.2.5. Suelos.....	58

2.4.2.6. Hidrología .....	58
2.4.3. Aspectos biológicos .....	60
2.4.3.1. Flora .....	60
2.4.3.2. Fauna .....	63
2.4.4. Aspectos socioeconómicos.....	64
2.4.4.1. Historia .....	64
2.4.4.2. Demografía .....	68
2.4.4.3. Salud .....	69
2.4.4.4. Educación .....	69
2.4.4.5. Actividades económicas.....	70
2.4.4.6. Material predominante de las viviendas .....	70
2.4.5. Procesos de urbanización.....	71
2.4.5.1. Contexto de la urbanización de la ciudad de Lima-Callao.....	71
2.4.5.2. Expansión urbana en el distrito de Villa María del Triunfo.....	77
2.4.6. Minería en lomas costeras.....	78
2.4.6.1. A nivel nacional.....	78
2.4.6.2. En el área de estudio .....	80
2.4.7. Acciones de conservación y aprovechamiento sostenible.....	89
2.4.7.1. A nivel de gestión distrital .....	89
2.4.7.2. A nivel de gestión metropolitana .....	90
2.4.7.3. A nivel de organizaciones no gubernamentales .....	91
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>93</b>
3.1. Análisis multitemporal.....	93
3.1.1. Superficie urbanizada.....	93
3.1.2. Componentes mineros.....	94
3.1.3. Cobertura vegetal.....	95
3.2. Determinación de la variación de la superficie de cobertura vegetal de las lomas .....	98
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>99</b>
4.1. Análisis multitemporal.....	99
4.1.1. Expansión urbana en el distrito de Villa María del Triunfo .....	99
4.1.2. Expansión minera en el distrito de Villa María del Triunfo.....	103
4.1.3. Estimación de la superficie base de cobertura vegetal potencial de las lomas de Villa María del Triunfo.....	106
4.2. Variación de la superficie de cobertura vegetal de las lomas frente a la expansión urbana y minera .....	116
4.3. Determinar el área de cobertura vegetal con potencial de conservación en base a la intensidad y frecuencia del Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada y comparar con las cartografías de instrumentos normativos para la conservación de las lomas del área de estudio. ....	121
4.3.1. Área con cobertura vegetal con potencial de conservación .....	121
4.3.2. Comparar con las cartografías de instrumentos normativos para la conservación de las lomas del área de estudio.....	123
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>132</b>

RECOMENDACIONES.....	132
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135
ANEXOS.....	140

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Normativas que reconocen e inscriben a las lomas costeras como ecosistemas frágiles .....	28
Cuadro 2. Intensidad y año de ocurrencia de El Niño .....	36
Cuadro 3. Lomas costeras consideradas Áreas Naturales Protegidas .....	42
Cuadro 4. Ubicación de estaciones meteorológicas.....	53
Cuadro 5. Precipitación promedio mensual (mm) .....	53
Cuadro 6. Humedad relativa promedio anual (%) .....	54
Cuadro 7. Especies de flora identificadas en las lomas de Villa María .....	61
Cuadro 8. Especies de fauna identificadas en las lomas de Villa María .....	63
Cuadro 9. Estructura demográfica de VMT 1981, 1993 y 2007 .....	68
Cuadro 10. Población según nivel de educación – Tasa de analfabetismo .....	69
Cuadro 11. Actividades económicas del distrito de Villa María del Triunfo .....	70
Cuadro 12. Material predominante.....	71
Cuadro 13. Población urbana en Lima y Callao (1981-2007) .....	72
Cuadro 14. Superficie urbana de la metrópoli de Lima.....	72
Cuadro 15. Expansión del área urbana en hectáreas de la metrópoli de Lima por distritos (1990-2007).....	74
Cuadro 16. Expansión urbana entre 1990 y 2007 por tipo de relieve y vegetación en Lima y Callao.....	76
Cuadro 17. Principales minas y/o proyectos emplazados en ecosistemas de lomas costeras.....	78
Cuadro 18. Derechos mineros en el distrito de Villa María del Triunfo al 2014 .....	80
Cuadro 19. Cronograma de las actividades de la UEA Atocongo.....	86
Cuadro 20. Fotos aéreas utilizadas.....	94
Cuadro 21. Imágenes de satélite utilizadas.....	94
Cuadro 22. Información cartográfica y espacial empleada en el análisis de la actividad minera .....	94
Cuadro 23. Imágenes de satélite utilizadas en la delimitación de la cobertura vegetal de las lomas .....	95
Cuadro 24. Características de las bandas utilizadas en el cálculo del NDVI .....	96
Cuadro 25. Cartografías pre-existentes analizadas .....	97
Cuadro 26. Evolución del área de urbana por tipo de relieve (1986-2014).....	99
Cuadro 27. Evolución del área de urbana por altitud (1986-2014) .....	101

Cuadro 28. Variación del área efectiva de la actividad minera .....	104
Cuadro 29. Punto de control 2, vista panorámica del AH Edén de Manantial – Villa María del Triunfo.....	108
Cuadro 30. Punto de control 3, vista de la Asociación Señor de Lampa (Traficantes de terrenos) – Villa María del Triunfo .....	109
Cuadro 31. Punto de control 12, vista del Botadero de Desmonte y el cerro Lúcumo desde la av. Atocongo – Villa María del Triunfo .....	110
Cuadro 32. Punto de control 13, vista del cerro Lúcumo desde la zona urbana José Gálvez – Villa María del Triunfo .....	111
Cuadro 33. Superficie y datos estadísticos del NDVI de fechas específicas .....	113
Cuadro 34. Áreas base de las lomas Normal y Extraordinaria del distrito de Villa María del Triunfo.....	114
Cuadro 35. Variación de la superficie de las lomas del distrito de Villa María del Triunfo frente a la expansión urbana y minera .....	117
Cuadro 36. Tipo de conservación para las lomas Normal y Extraordinaria .....	122
Cuadro 37 Variación de la superficie de las lomas del distrito de Villa María del Triunfo frente a la expansión urbana y minera .....	122
Cuadro 38. Concesiones mineras versus tipo de conservación propuesta.....	122
Cuadro 39. Análisis de la delimitación de los ecosistemas frágiles .....	125
Cuadro 40. Distribución de la cobertura vegetal de las lomas de VMT respecto a la zonificación provisional del expediente técnico del ACR Sistema de Lomas de Lima	126
Cuadro 41. Datos de campo de los puntos de control.....	141
Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas .....	154



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Variación semanal de $PM_{10}$ en el 2014.....	55
Gráfico 2. Pirámide poblacional – Censo de 2007 .....	68
Gráfico 3. Variación de la superficie urbana de la metrópoli de Lima .....	72
Gráfico 4. Expansión del área urbana en hectáreas de la metrópoli de Lima por distritos (1990-2007).....	75
Gráfico 5. Ocupación urbana por tipo de relieve en Lima y Callao .....	76
Gráfico 6. Expansión urbana por tipo de relieve y vegetación en Lima y Callao.....	77
Gráfico 7. Evolución de la superficie del área de expansión urbana por tipo de relieve en el distrito de Villa María del Triunfo 1986-2014 .....	100
Gráfico 8. Evolución de la superficie del área de expansión urbana por tipo de relieve en el distrito de Villa María del Triunfo 1986-2014 .....	101
Gráfico 9. Evolución del área directamente intervenida 1986-2014 y proyección al 2035 por la actividad minera en el distrito de Villa María del Triunfo.....	105
Gráfico 10. Variación de la superficie de las lomas normal, casco urbano y actividad minera 1986-2014.....	118
Gráfico 11. Variación de la superficie de las lomas extraordinaria, casco urbano y actividad minera 1998-2014.....	118

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Zonas de Protección y Tratamiento Especial del distrito de Villa María del Triunfo .....	23
Figura 2. Lomas y estructura ecológica de Lima Metropolitana.....	24
Figura 3. Lomas estacionales y extraordinarias según el PLAM 2035 .....	25
Figura 4. Delimitación de lomas propuestas en la <i>Guía de flora de las lomas costeras de Lima</i> publicada en el 2013 .....	26
Figura 5. Delimitación de lomas propuestas en la <i>Guía de flora de las lomas costeras de Lima</i> publicada en el 2015 .....	27
Figura 6. Lomas costeras reconocidas como ecosistemas frágiles por el Minagri.....	29
Figura 7. Propuesta del ACR Sistema de Lomas de Lima .....	30
Figura 8. Zonificación de la vegetación de las lomas costeras peruanas en la zona de neblinas .....	34
Figura 9. Principales lomas del desierto costero peruano - chileno.....	35
Figura 10. Lomas costeras pertenecientes al Sinanpe* .....	43
Figura 11. Espectro electromagnético (arriba longitudes de onda $\lambda$ en metros) .....	45
Figura 12. Ubicación del área de estudio .....	50
Figura 13. Imagen satelital del área de estudio.....	51
Figura 14. Imagen Landsat mostrando el colchón de nubes estratos que cubre Lima Metropolitana .....	54
Figura 15. Rosa de vientos de la estación Cerro La Cruz .....	55
Figura 16. Geología del distrito de VMT .....	56
Figura 17. Microcuencas del distrito de Villa María del Triunfo .....	60
Figura 18. Zonas urbanas del distrito de VMT .....	67
Figura 19. Expansión urbana en Lima y Callao.....	73
Figura 20. Tipos de minas identificadas en lomas.....	79
Figura 21. Concesiones mineras en el distrito de Villa María del Triunfo .....	81
Figura 22. Componentes mineros en el distrito de Villa María del Triunfo.....	82
Figura 23. Procedimiento empleado para determinar la superficie intervenida de cobertura vegetal de lomas por actividades antropogénicas en un período X-Y .....	98
Figura 24. Área de expansión urbana en el distrito de VMT 1986-2014.....	103
Figura 25. Evolución del área intervenida durante 1986-2014 y proyección al 2035 por la actividad minera en el distrito de VMT.....	106

Figura 26. Cobertura vegetal Normal a partir de la unión de escenas disponibles durante la temporada húmeda regular .....	115
Figura 27. Cobertura vegetal Extraordinaria a partir de la unión de escenas disponibles durante el fenómeno El Niño.....	115
Figura 28. Áreas base de las lomas en periodos normal y extraordinario del distrito de Villa María del Triunfo .....	116
Figura 29. Superficie de lomas normal intervenida por la expansión minera en el período 1986-2014 .....	119
Figura 30. Superficie de lomas extraordinaria intervenida por la expansión minera en el período 1998-2014 .....	119
Figura 31. Superficie de lomas normal intervenida por la expansión urbana en el período 1986-2014 .....	120
Figura 32. Superficie de lomas extraordinaria intervenida por la expansión urbana en el período 1998-2014 .....	120
Figura 33. Áreas de conservación propuesta versus concesiones mineras .....	123
Figura 34. Ecosistemas frágiles Villa María y Lúcumo en el distrito de VMT .....	125
Figura 35. Distribución espacial de la cobertura vegetal de las lomas de Villa María del Triunfo respecto a la zonificación provisional del expediente técnico del ACR Sistema de Lomas de Lima .....	127
Figura 36. Comparación de la cobertura vegetal de las lomas del PLAM 2035 y la obtenida en la presente investigación .....	128
Figura 37. Error en la delimitación de las zonas de PTP y PTE .....	129
Figura 38. Comparación de las zonas de protección del IMP con la cobertura vegetal obtenida en la presente investigación .....	131
Figura 39. Tracks y puntos de control del trabajo de campo .....	146
Figura 40. Imagen satelital Landsat 1986/10/28.....	148
Figura 41. NDVI de la imagen satelital Landsat 1986/10/28.....	148
Figura 42. Imagen satelital Landsat 1998/02/15.....	149
Figura 43. NDVI de la imagen satelital Landsat 1998/02/15.....	149
Figura 44. Imagen satelital Landsat 1998/05/06.....	150
Figura 45. NDVI de la imagen satelital Landsat 1998/05/06.....	150
Figura 46. Imagen satelital Landsat 2002/12/13.....	151
Figura 47. NDVI de la imagen satelital Landsat 2002/12/13.....	151
Figura 48. Imagen satelital Landsat 2010/01/31.....	152
Figura 49. NDVI de la imagen satelital Landsat 2010/01/31.....	152
Figura 50. Imagen satelital Landsat 2014/10/17.....	153
Figura 51. NDVI de la imagen satelital Landsat 2014/10/17.....	153

## LISTA DE FOTOS

Foto 1. Acumulación de las primeras neblinas – zona urbana José Carlos Mariátegui (parte alta) .....	38
Foto 2. Vista del preciso instante en el que invasores trataron de invadir terrenos adyacentes a infraestructura urbana existente en el sector José Carlos Mariátegui (parte alta) .....	40
Foto 3. Minería no metálica a tajo abierto en el sector Atocongo del distrito de VMT ..	40
Foto 4. Agricultura realizada en el sector José Carlos Mariátegui (parte alta) .....	41
Foto 5. Vista parcial de la zona de chancherías – Sector Nueva Esperanza .....	41
Foto 6. Roca granodiorita en el sector Valle Alto (Conocido como lomas de las Vizcachas) .....	57
Foto 7. Tipos de suelos según su origen, identificados en el Sector Paraíso – Lomas de VMT .....	58
Foto 8. Manantial ubicado en el sector Minas de Agua .....	59
Foto 9. Antiguo manantial, actualmente sin flujo superficial debido a las acciones humanas .....	59
Foto 10. <i>Ismene amancaes</i> .....	62
Foto 11. <i>Sonchus oleraceus</i> .....	62
Foto 12. <i>Nasa urens</i> .....	62
Foto 13. <i>Vasconcellea candicans</i> .....	62
Foto 14. <i>Sicyus baderoa</i> .....	63
Foto 15. <i>Nolana humifusa</i> .....	63
Foto 16. <i>Phyllodactylus lepidopygus</i> .....	64
Foto 17. <i>Helix aspersa</i> .....	64
Foto 18. Zona Arqueológica Tablada de Lurín .....	65
Foto 19. Taludes de la cantera Atocongo .....	83
Foto 20. Vista del botadero Quebrada Puquio .....	84
Foto 21. Planta industrial de Atocongo .....	85
Foto 22. Oficina principal de Unacem .....	85
Foto 23. Actividad Informal en el cerro Tres Marías – Minera Tres Estrellas SAA .....	87
Foto 24. Pila de piedra chancada .....	87
Foto 25. Zona de acceso a la cantera y los talleres de actividad artesanal en lajas ....	88
Foto 26. Antiguo punto de extracción de lajas (hace 20 años aproximadamente) .....	88
Foto 27. Actual zona de extracción de lajas .....	89

Foto 28. Muros de Unacem.....	102
Foto 29. Vegetación sobre las viviendas – zona urbana Tablada de Lurín.....	113
Foto 30. Vegetación de lomas entre los espacios de las viviendas – zona urbana El Paraíso .....	113

## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ACR	Área de conservación regional
AH	Asentamiento humano
ANP	Áreas naturales protegidas
Cofopri	Organismo de Formalización de la Propiedad Informal
EIA	Estudio de impacto ambiental
ENSO	El Niño Southern Oscillation
IGAC	Instrumento de gestión ambiental correctivo
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
Ingemmet	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
Inrena	Instituto Nacional de Recursos Naturales
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MML	Municipalidad Metropolitana de Lima
Minagri	Ministerio de Agricultura y Riego
Minsa	Ministerio de Salud
NDVI	Índice de vegetación por diferencia normalizada
PCM	Plan de cierre de minas
Senamhi	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
Sernanp	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
Serpar	Servicio Nacional de Parques de Lima
SIG	Sistemas de información geográfica
UEA	Unidad Económica Administrativa
Unesco	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
Unacem	Unión Andina de Cementos
VMT	Villa María del Triunfo

## RESUMEN

Durante las últimas décadas, una gran parte de la cobertura vegetal de las lomas del distrito de Villa María del Triunfo ha sido ocupada por invasores de terrenos; además de desarrollarse actividad minera no metálica en el sector. Esta situación conlleva a la reducción y a la posible desaparición de este frágil ecosistema.

La presente investigación estimó la zona potencial para cubrirse con vegetación de lomas, debido a que estas son ecosistemas estacionales cuya extensión no es fija, varía año tras año y dentro de una misma temporada. El análisis de verdor realizado mediante el índice de vegetación por diferencia normalizada de imágenes satelitales ópticas disponibles determinó dos superficies con potencial de cubrirse de vegetación denominadas “normal” y “extraordinaria”, clasificadas según la presencia e intensidad extraordinaria del fenómeno El Niño. Esta estimación determinó que 2221.3 ha de superficie cuentan con el potencial de cubrirse con vegetación en temporada de lomas normal, y 4099.6 ha de lomas extraordinarias como máxima extensión de la cobertura durante el fenómeno El Niño 1997-1998.

A partir de estas superficies estimadas, mediante la realización de un análisis multitemporal de imágenes satelitales ópticas y fotografías aéreas en el período 1986-2014, utilizando sensores remotos, técnicas de sistemas de información geográfica, revisión de antecedentes históricos y trabajo de campo, se calculó su variación ante la invasión de terrenos y ampliación de los componentes mineros, cuyos resultados entre los años 1986 y 2014 demuestran una acelerada disminución de 660.5 y 1492.2 ha para las lomas normal y extraordinaria, respectivamente. Tomando en consideración los resultados obtenidos se propone conservar 2607.4 ha de cobertura vegetal de lomas. Asimismo, se comparó las cartografías de la presente investigación y de los instrumentos normativos, lo cual evidenció la mejor precisión.

**Palabras clave:** Lomas, cobertura vegetal, expansión urbana, expansión minera, propuesta de conservación, distrito de Villa María del Triunfo.

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUCCIÓN**

El interés de los investigadores por las lomas nace desde el inicio de la época universitaria, gracias a la Asociación Comando Ecológico, la cual difunde y promueve actividades de conservación en los ecosistemas de lomas. Les asombró que su ciudad emplazada en medio del desierto esté rodeada de oasis, cuya vegetación y verdor en los meses de intensa neblina resulta impresionante, ya que creían que las lomas más cercanas a su ciudad era Lachay, debido a que éstas son bastante conocidas por el común de la población peruana y están habilitadas turísticamente, contando con la categoría de Reserva Nacional.

En los trabajos de campo que realizaron, se dieron cuenta de que lamentablemente estos oasis limeños siguen siendo amenazados por invasores de terrenos. En ese sentido, las lomas vienen reduciéndose, por lo que la extensión espacial de cobertura vegetal de las lomas que lograron visualizar, solo son relictos.

Decidieron enfocarse en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo, por ser las más húmedas de la costa central (Rostorowsky, 1981; citado por Chipana, 2013), y sobre todo porque su reducción no sólo se debe a las invasiones de terrenos producto de la expansión urbana desordenada de la ciudad, sino también a la ampliación de la actividad minera no metálica, principalmente extracción de material calcáreo, que se realiza a gran escala en dicho distrito.

De esta manera, surgió el interés por la presente investigación, la cual comprende la estimación de cobertura vegetal de las lomas en las temporadas denominadas normal y extraordinaria (fenómeno El Niño 1997-1998) del distrito de Villa María del Triunfo, mediante el procesamiento digital de imágenes satelitales multiespectrales y multitemporales, análisis de los Índices de Vegetación por Diferencia Normalizada (NDVI) en el período 1986 al 2014 y trabajo de campo para determinar su umbral



crítico. Así como determinar la variación de cobertura vegetal de las lomas del distrito frente a la expansión urbana y minera; empleando imágenes satelitales, fotografías aéreas y análisis mediante los sistemas de información geográfica.

## **1.1. Problema**

### **1.1.1. Situación problemática**

Las lomas son ecosistemas altamente estacionales y únicos en las áridas costas peruanas y chilenas (Ferreyra, 1993; citado por Trinidad *et al.*, 2012), originadas por las intensas neblinas de invierno; se caracterizan por poseer flora y fauna de elevado endemismo, además de interrumpir con verdor los desiertos y valles costeros. Nuestro país cuenta con 67 lomas a lo largo de la costa (Serpar, 2014), que además de su riqueza biológica y servicios ambientales que ofrecen al ciudadano, cuentan con una gran riqueza geológica.

Poseer esta riqueza geológica tiene su contraparte, pues ha ocasionado que en muchos de los frágiles ecosistemas de lomas se desarrollen actividad minera metálica y no metálica, a gran y pequeña escala, bajo el respaldo del marco jurídico peruano promotor de la inversión privada (MEM, s/f). En la costa central peruana, las lomas de Carabaylo, Manzano y Villa María del Triunfo vienen siendo afectadas y reducidas por la extracción de material calcáreo, arcilla y otros minerales no metálicos; asimismo, en el piedemonte de las lomas de Mala se encuentra emplazada la mina polimetálica Raúl; y recientemente en la costa sur, las estribaciones de las lomas de Mejía también podrían verse afectadas por el emplazamiento del proyecto minero cuprífero Tía María.

Por otro lado, debido a la ausencia de planificación de la ciudad de Lima, el crecimiento desordenado de la metrópoli sepultó con concreto a la loma emblemática Pampa de Amancaes (Brack, 2004). Actualmente, se ha ocupado y reducido las trece lomas remanentes emplazadas en la periferia de la ciudad.

Estos dos problemas los encontramos en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo, consideradas las más húmedas de la costa central (Rostorowsky, 1981; citado por Chipana, 2013). Adicional a ello, esta loma fue catalogada en el 2006 como Área Prioritaria para la Conservación en el Perú por el Instituto Nacional de Recursos

Natuales (Inrena); y en el 2013 fue decretada ecosistema frágil por el Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri).

Si bien la ocupación de las lomas de Villa María del Triunfo se remonta a tiempos prehispánicos y coloniales (Chipana, 2013), es a partir de las últimas décadas que una gran parte de la superficie de estas lomas han sido ocupadas por invasores de terrenos; además de desarrollarse actividad minera no metálica en el sector Atocongo desde inicios del siglo XX, la cual viene ocupando nuevas áreas donde solía desarrollarse vegetación de lomas, y según investigaciones del historiador Chipana (2013), las canteras se ubicaron en el sector más húmedo de las lomas, actualmente impactadas. La excesiva presión por el cambio de uso de suelo llegó a tal punto, que se estima que en la actualidad hay solamente 1688 hectáreas<sup>1</sup> de relictos de cobertura vegetal de lomas dentro del distrito de Villa María del Triunfo.

Esta situación conlleva a la desaparición de las lomas del distrito de Villa María del Triunfo; como resultado, sus servicios ambientales, tales como proveedor de recursos genéticos, purificación del aire y valor paisajístico, están desapareciendo aceleradamente.

### **1.1.2. Formulación del problema**

Las interrogantes de este estudio están ordenadas de forma lineal, es decir que la respuesta a la primera ayuda a responder a la segunda, y la tercera interrogante es la que conduce a reunir los resultados y la proyección del problema general de la presente investigación.

- a) ¿Cuál es la superficie con mayor potencial a cubrirse con vegetación de lomas en el distrito de Villa María del Triunfo, durante los años 1986-2014?
- b) ¿Cuánto ha variado la superficie de la cobertura vegetal de las lomas del distrito de Villa María del Triunfo frente a la expansión urbana y minera, entre los años 1986-2014?
- c) ¿Cuál es el área de cobertura vegetal con potencial de conservación en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo? ¿Cuál es su diferencia con respecto a las

---

<sup>1</sup> Información obtenida en base al mapa Estructura Ecológica de Lima, elaborado por la Municipalidad Metropolitana de Lima, 2011

cartografías pre-existentes?

## **1.2. Justificación**

- a) Social – Cultural – Educacional.- El conocimiento y mayor conciencia de la población respecto a la situación de lomas del distrito de Villa María del Triunfo frente a la expansión urbana y minera.
- b) Político – Institucional.- Orientar a las autoridades a incluir el tema geo-histórico de las lomas del distrito de Villa María del Triunfo dentro de los planes de ordenamiento territorial y así obtener mejores lineamientos políticos.

## **1.3. Objetivos**

Los objetivos de este estudio están ordenados de forma lineal, es decir que el cumplimiento del primero ayuda al cumplimiento del segundo, y el tercer objetivo es el que reúne los resultados y proyecta la parte propositiva del estudio.

- a) Estimar la superficie de la cobertura vegetal potencial en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo, durante los años 1986-2014.
- b) Analizar la variación de superficie de la cobertura vegetal en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo, frente a la expansión urbana y minera, durante los años 1986-2014.
- c) Proponer una delimitación de las lomas del distrito de Villa María del Triunfo en base a la intensidad y frecuencia del índice de vegetación por diferencia normalizada para su conservación.

## **1.4. Hipótesis**

Las hipótesis de este estudio están ordenadas de forma lineal, es decir que el cumplimiento de la primera ayuda al cumplimiento de la segunda, y la tercera hipótesis es la que verifica los resultados del estudio.

- a) El análisis de los índices de vegetación obtenidos de las imágenes satelitales permiten estimar la superficie cobertura vegetal potencial en las lomas del distrito

de Villa María del Triunfo, durante los años 1986-2014.

- b) La superficie de cobertura vegetal en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo se ha reducido notablemente, por la expansión urbana y minera, entre los años 1986-2014.
- c) El área de cobertura vegetal delimitada con potencial de conservación presenta valores altos de reflectancia en los índices de vegetación y frecuencia.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

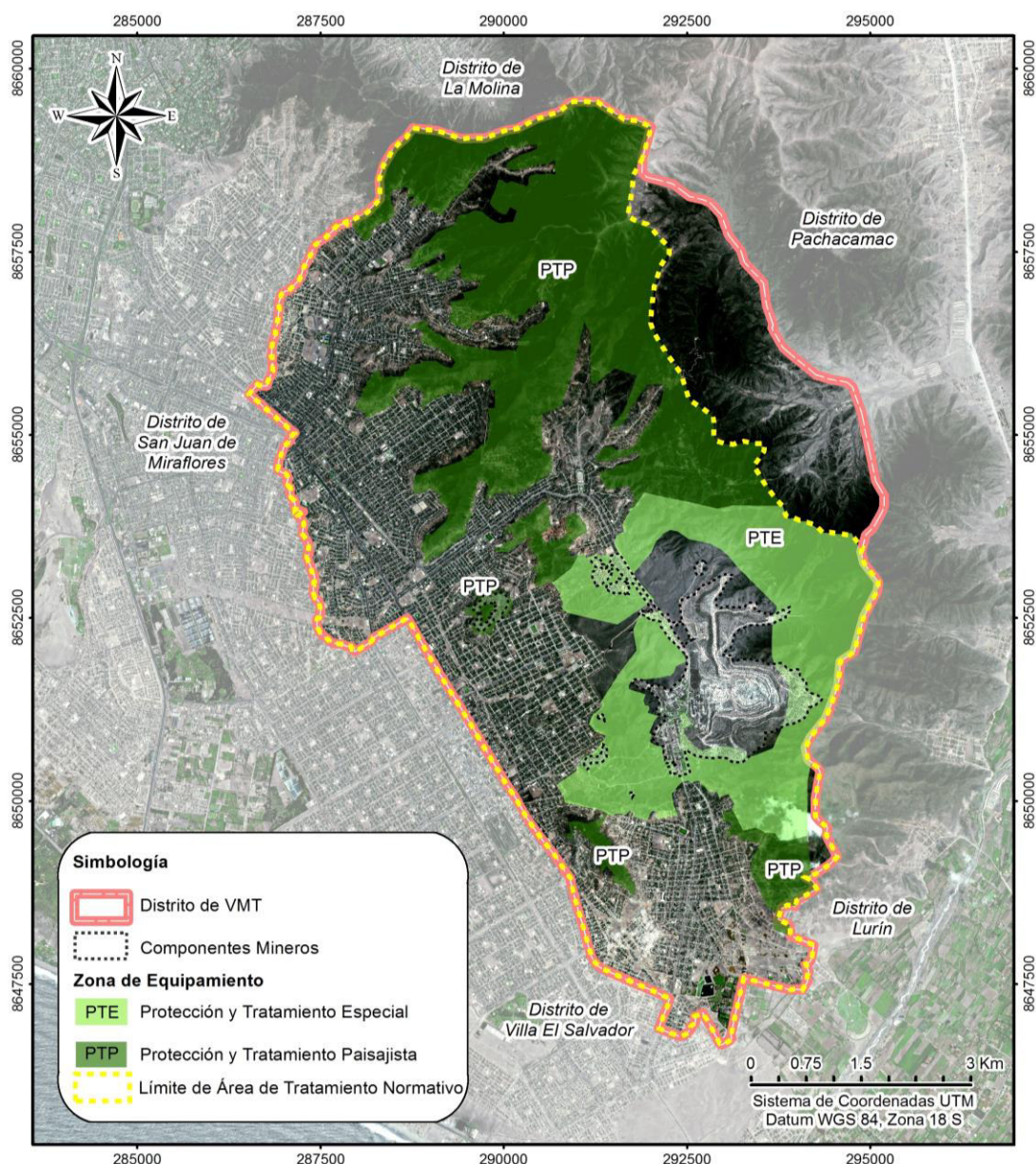
#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

A la fecha, se han elaborado cartografías de las lomas costeras en base a trabajos de campo y análisis visuales de imágenes de satélite principalmente. La presente investigación innova al emplear el índice de vegetación por diferencia normalizada en imágenes satelitales multiespectrales disponibles y libres de nubosidad en el área de estudio, durante el período 1986 – 2014.

Destacan las cartografías de las siguientes instituciones:

El Instituto Metropolitano de Planificación (2007), en la *Ordenanza N° 1084 que aprueba el reajuste integral de la zonificación de los usos del suelo de los distritos San Juan de Miraflores y Villa María del Triunfo*, la cual contempla establecer como Zona de Protección y Tratamiento Especial a las laderas del distrito de Villa María del Triunfo; asimismo, menciona que en las áreas concesionadas para la extracción de minerales dentro de esta zona de protección pueden realizar dicha extracción, siempre que se cumplan los dispositivos legales sobre seguridad y protección del ambiente (Figura 1).

**Figura 1. Zonas de Protección y Tratamiento Especial del distrito de Villa María del Triunfo**

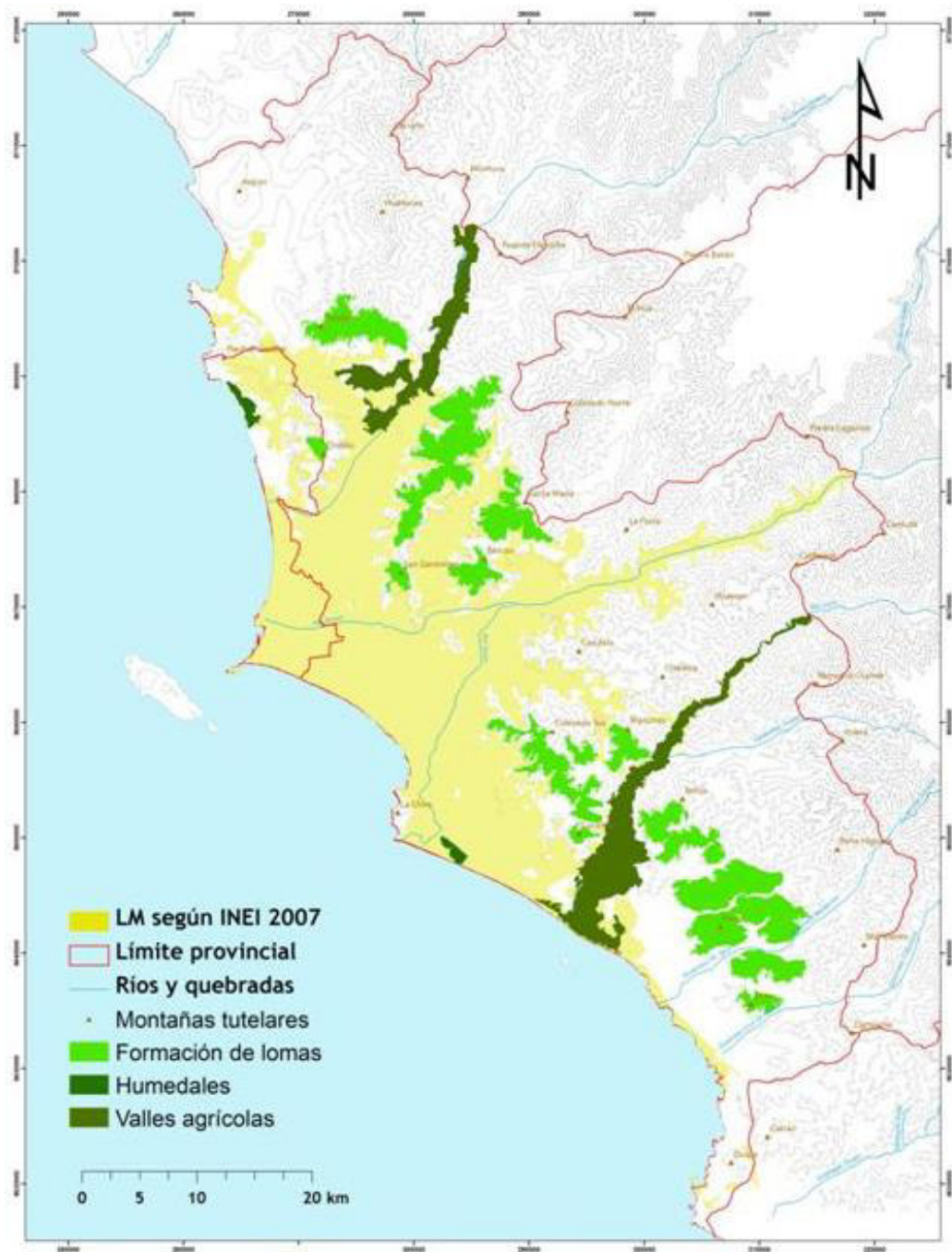


Fuente: IMP 2007, IGN, Spot. Elaboración propia.

La Municipalidad Metropolitana de Lima (2012), en el informe *Visión espacial de la estructura ecológica de Lima*, presenta una primera aproximación de la extensión de la cobertura vegetal de las lomas costeras de Lima Metropolitana. La metodología se basó en la toma de puntos y tracks georreferenciados de interés en los recorridos realizados en campo. En gabinete, realizó un análisis multiespectral de una imagen de satélite Spot 5 del año 2002, además de análisis visuales de una imagen pancromática del año 2007. En esta primera aproximación, las lomas de Lima Metropolitana cuentan con una superficie de 21 562 ha y para el caso del distrito de Villa María del Triunfo, 1688 ha (Figura 2).



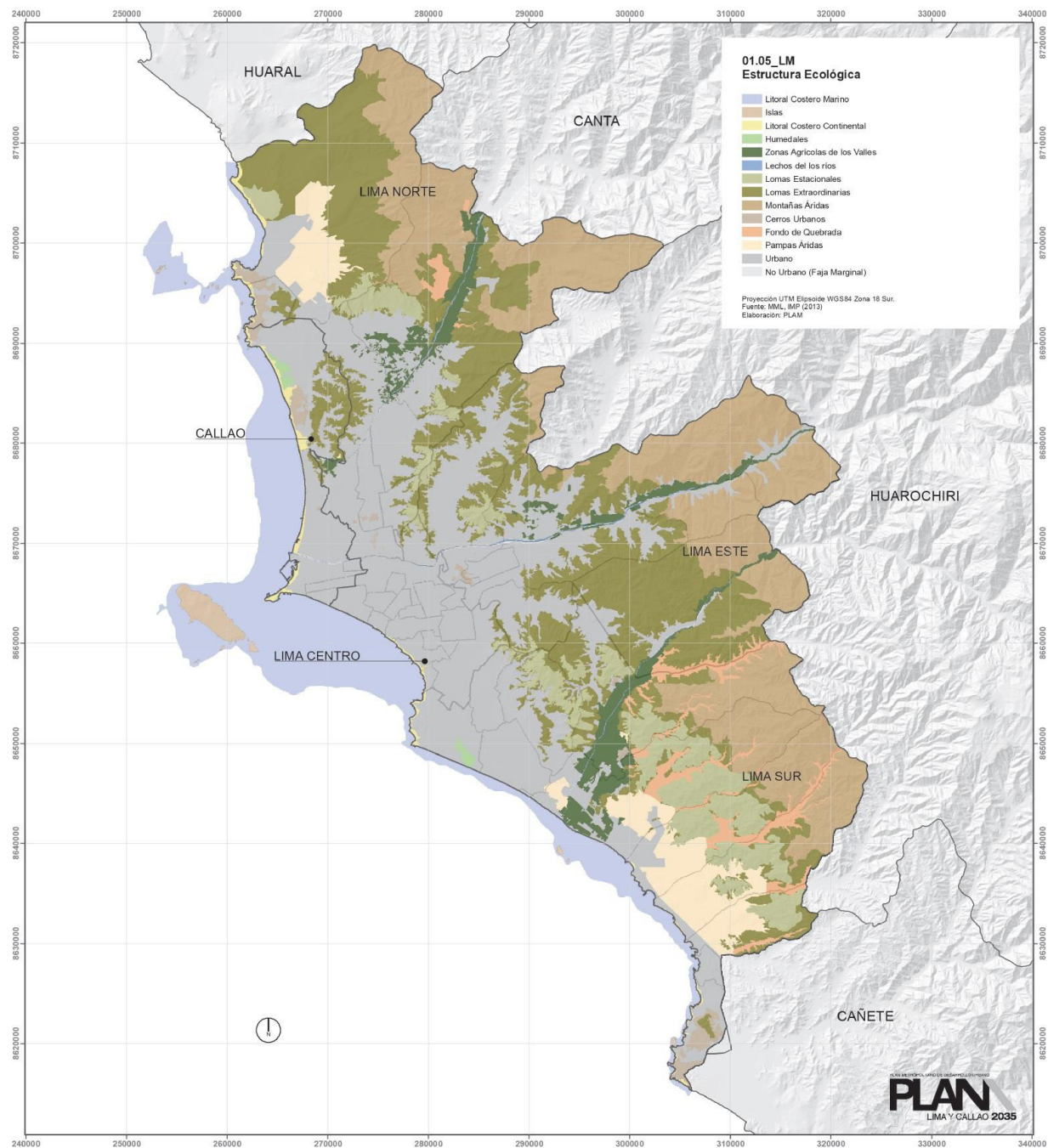
**Figura 2. Lomas y estructura ecológica de Lima Metropolitana**



Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima, 2015

La Municipalidad Metropolitana de Lima (2014c), en el documento *Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano al 2035 – PLAM 2035*, presenta la cartografía de las lomas costeras en la metrópoli Lima - Callao. Determina que la extensión de cobertura vegetal es de 22 252 ha para lomas estacionales y 67 638 ha para lomas extraordinarias; específicamente para el caso del distrito de VMT, 1688 ha para lomas estacionales y 3054 ha para las lomas extraordinarias (Figura 3).

**Figura 3. Lomas estacionales y extraordinarias según el PLAM 2035**



Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima, 2014c

La Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre del Ministerio de Agricultura y Riego<sup>2</sup> (2013a), publicó la *Guía de flora de las lomas costeras de Lima*; la cual muestra un mapa con una primera aproximación de los límites y extensión de las 20 lomas de Lima (Figura 4). Cabe señalar que la guía no precisa los criterios de delimitación de las lomas.

<sup>2</sup> Mediante el artículo 13 de la Ley 29763 la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre pasa a ser el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre



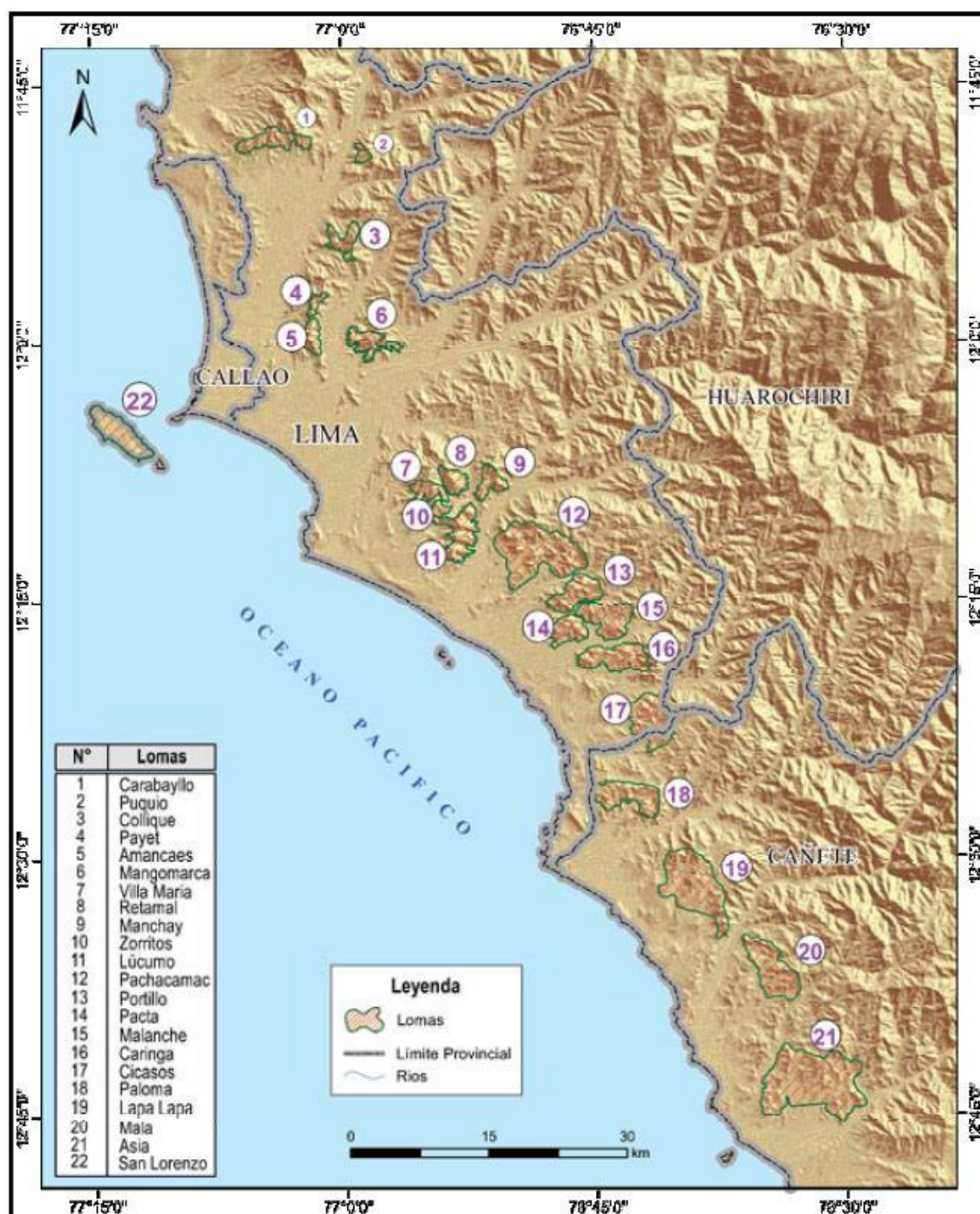
**Figura 4. Delimitación de lomas propuestas en la *Guía de flora de las lomas costeras de Lima* publicada en el 2013**



Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego 2013

El Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre del Ministerio de Agricultura y Riego (2015), presenta una actualización de la *Guía de flora de las lomas costeras de Lima*, publicada en el 2013. A diferencia de la versión anterior de la guía, incluye en el mapa a las lomas de la isla San Lorenzo (Figura 5), siendo un total de 21. Cabe señalar que la guía no precisa los criterios de delimitación de las lomas.

Figura 5. Delimitación de lomas propuestas en la *Guía de flora de las lomas costeras de Lima* publicada en el 2015



Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego 2015

La Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre del Ministerio de Agricultura y Riego (2013), publicó resoluciones ministeriales para reconocer e inscribir a diez lomas costeras de la provincia de Lima como ecosistemas frágiles<sup>3</sup> (Cuadro 1).

<sup>3</sup> Los ecosistemas frágiles son aquellos cuyas características y recursos son irregulares, de baja resiliencia y baja estabilidad ante situaciones impactantes de naturaleza humana que llegan a alterar profundamente su estructura y composición fundamentales. La condición de

Cabe mencionar que a la fecha se han reconocido solo a 10 de las 21 lomas inventariadas en la *Guía de flora de las lomas de Lima*. Las Resoluciones Ministeriales n.º 0274-2013-MINAGRI y 0401-2013-MINAGRI, reconocen e inscriben en la Lista de Ecosistemas Frágiles a las Lomas de Lúcumo y Villa María, las cuales se ubican de manera parcial y total, respectivamente, en el distrito de Villa María del Triunfo. Específica que la superficie de estas lomas son 691.48 ha para Villa María y 1597.36 ha para Lúcumo, donde solo 549 ha se ubican en el distrito de VMT. Asimismo, señala que la demarcación de los límites se realizó en base a la interpretación visual de la cobertura vegetal de las lomas costeras, obtenida mediante una imagen de satélite Landsat con fecha de toma 09 de noviembre de 2008, y ajustes apoyado a verificaciones en campo realizados en el mismo año.

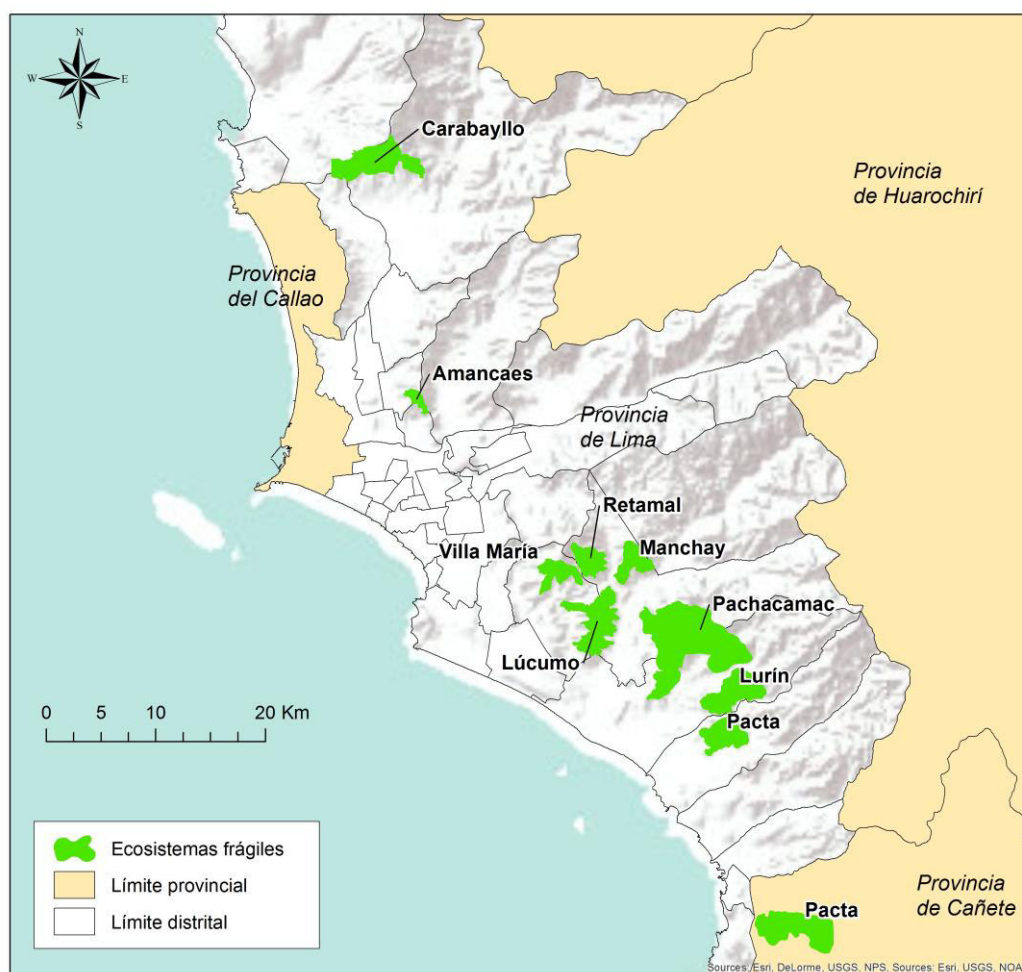
**Cuadro 1. Normativas que reconocen e inscriben a las lomas costeras como ecosistemas frágiles**

Resolución Ministerial	Nombre de la loma	Ubicación en los distritos de la provincia de Lima	Área
Resolución Ministerial n.º 274-2013-MINAGRI	Lúcumo	Pachacámac, Villa María del Triunfo y Lurín	1597.36
Resolución Ministerial n.º 397-2013-MINAGRI	Lurín	Lurín	1372.07
Resolución Ministerial n.º 398-2013-MINAGRI	Pachacámac	Pachacámac y Lurín	4547.69
Resolución Ministerial n.º 399-2013-MINAGRI	Paloma	Pucusana	1807.9
Resolución Ministerial n.º 400-2013-MINAGRI	Pacta	Punta Hermosa	993.47
Resolución Ministerial n.º 401-2013-MINAGRI	Villa María	Villa María del Triunfo	691.48
Resolución Ministerial n.º 403-2013-MINAGRI	Retamal	Pachacámac y Villa María del Triunfo	656.27
Resolución Ministerial n.º 404-2013-MINAGRI	Amancaes	Independencia, Rímac y San Juan de Lurigancho	237.46
Resolución Ministerial n.º 408-2013-MINAGRI	Manchay	Pachacámac y Cieneguilla	705.86
Resolución Ministerial n.º 429-2013-MINAGRI	Carabayllo	Carabayllo, Puente Piedra y Ancón	1767.75

Fuente: Minagri 2013. Elaboración propia.

fragilidad es inherente al ecosistema y se manifiesta en la reducción de su extensión (cobertura) y alteración de su función, bajo las condiciones de perturbación de origen natural o humano (Instituto Nacional de Recursos Naturales, 2006).

**Figura 6. Lomas costeras reconocidas como ecosistemas frágiles por el Minagri**

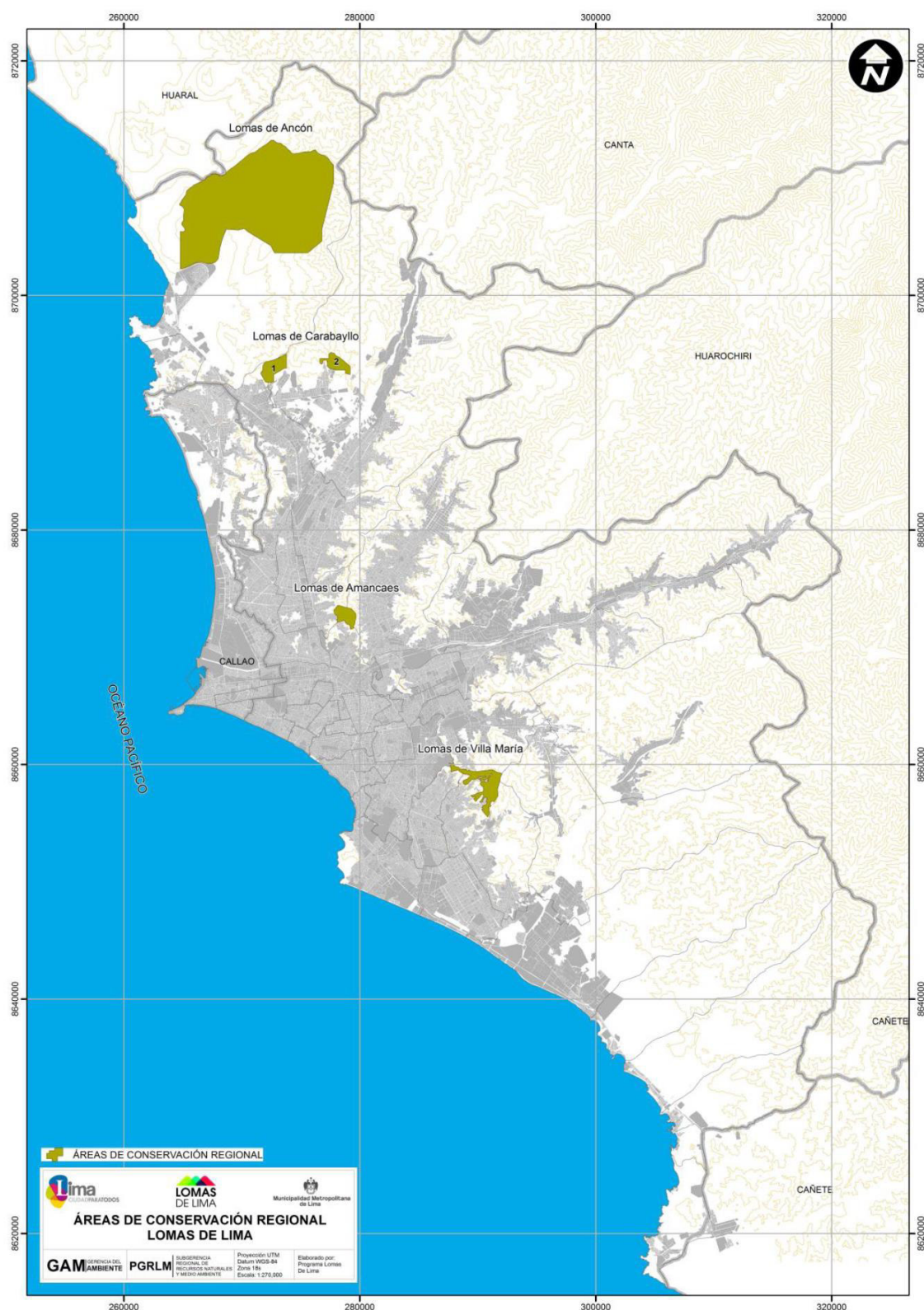


Elaboración propia. Fuente: Minagri (2013), IGN, Bing Maps

La Municipalidad Metropolitana de Lima (2014a), en el *Expediente técnico para establecimiento del área de conservación regional Sistema de Lomas de Lima*, presentado al Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado, muestra un estudio interdisciplinario e incorpora un diagnóstico empleando herramientas de sistemas de información geográfica. En dicho expediente se determinó que el área de conservación regional es de 10 595 ha, del cual 595 ha pertenece a la unidad lomas de Villa María; el cual abarca los distritos de Santiago de Surco, La Molina, San Juan de Miraflores y Villa María del Triunfo; siendo este último, el distrito que abarca mayor superficie 489 ha.



**Figura 7. Propuesta del ACR Sistema de Lomas de Lima**



Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima, 2014a

En cuanto a los efectos de la expansión urbana, en la variación de la superficie de la cobertura vegetal de las lomas del distrito de Villa María del Triunfo, no se han

realizado estudios mediante técnicas cartográficas y teledetección. Sin embargo, destacan los siguientes investigadores e instituciones que han desarrollado estudios de caso sobre la urbanización y el deterioro ambiental.

Mocshella (2012), en su investigación *Variación y protección de humedales costeros frente a procesos de urbanización: casos Ventanilla y Puerto Viejo*, empleó imágenes satelitales Landsat y fotografías aéreas para analizar mediante los sistemas de información geográfica y teledetección la variación en la extensión de los humedales durante el período 1985 – 2009. Identificó que ambos casos han experimentado impacto negativo debido a procesos de urbanización. En el período analizado la reducción de los humedales por las ocupaciones urbanas fue de 78 ha en Ventanilla y de 30 ha en Puerto Viejo.

En relación a estudios sobre el impacto ocasionado por la actividad minera en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo y medidas de manejo ambiental, se ha revisado algunos de los instrumentos de gestión ambiental al que tuvimos acceso, tanto el Estudio de Impacto Ambiental como el Plan de Cierre de Mina (PCM) de la Unidad Económica Administrativa (UEA) Atocongo de la empresa Cementos Lima SA (actual Unión Andina de Cementos SAA):

Cementos Lima SA (1999), presentó al otrora Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales e Internacionales (actual Ministerio de la Producción) el *Estudio de impacto ambiental de la ampliación de la cantera de Atocongo*, la cual se ubica en el sector Atocongo de las lomas del distrito y tuvo los siguientes objetivos:

- Evaluación de los impactos ambientales actuales y potenciales de las operaciones de explotación de canteras en Atocongo en la vegetación de las lomas y otros componentes ambientales.
- Formulación de planes para prevenir, corregir y mitigar los impactos ambientales actuales y potenciales; entre ellos menciona la recuperación natural de las comunidades de lomas como medida de compensar la pérdida de suelos.

Cementos Lima SA (2012), presentó al Ministerio de Energía y Minas la *Modificación del Plan de Cierre de Minas de las Canteras y Botaderos de la Unidad*

*Económica Administrativa Atocongo*, el cual se ubica en el sector de lomas de Atocongo del distrito de Villa María del Triunfo, asimismo, plantea las medidas de mantenimiento y monitoreo en el cierre, la cual destaca la actividad de revegetación con especies preferentemente nativas en una superficie de 466.08 ha en los componentes mineros de la concesión Atocongo durante los cierres progresivo y final. Además, señala que recuperará el material de propagación de lomas de especies bulbosas o de difícil diseminación y se reproducirán en el vivero; y que durante la etapa de cierre se favorecerá la colonización de la vegetación en taludes.

Referente al estudio de la vegetación herbácea y los problemas ambientales en las lomas del Sur de Lima se cuenta con información e inventarios de las siguientes instituciones:

La Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre del Ministerio de Agricultura y Riego<sup>4</sup> (2013), publicó la *Guía de flora de las lomas costeras de Lima*; en la cual describe desde un punto de vista biológico y fitogeográfico las principales plantas de las lomas (134 especies).

El Servicio de Parques de Lima (2014), en su publicación *Lomas de Lima, futuros parques de la ciudad*; la cual caracteriza e identifica, de manera genérica, los principales problemas ambientales como expansión urbana desordenada, sobrepastoreo y contaminación ambiental. Sin embargo, no aplicaron sistemas de información geográfica.

De acuerdo a estos antecedentes, resulta de interés aplicar las metodologías y enfoques revisados de manera integrada para el estudio de cobertura vegetal de las lomas en el distrito de Villa María del Triunfo en relación a la expansión urbana desordenada y las actividades minero-extractivas.

---

<sup>4</sup> Mediante el artículo 13 de la Ley 29763 la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre pasa a ser el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre

## **2.2. Marco de referencia: lomas, urbanización y minería**

### **2.2.1. Lomas costeras**

#### *2.2.1.1. Características de las lomas costeras*

Se entiende por lomas a los ecosistemas de condiciones ecológicas especiales, con vegetación de diversos tipos y que reverdece durante el invierno (mayo-octubre). La vegetación de lomas se desarrolla en las laderas orientadas hacia el mar, que favorecen la condensación de las neblinas transportadas por los vientos que soplan del sur y el sudoeste. Estas laderas pueden comenzar casi al nivel del mar y llegar hasta los 1000 msnm, con variaciones a nivel local. Encima de los 1000 msnm cesa la influencia de las neblinas, debido al fenómeno de inversión térmica, no existiendo vegetación invernal allí.

Durante el invierno la humedad relativa está por encima del 80 %, llegando al 100 %, lo que produce la precipitación del agua en forma de fina lluvia, conocida como garúa. Las precipitaciones están entre 40 y 100 mm/año, cantidad significativamente superior a la del desierto que rodea las lomas (Brack & Mendiola, 2000).

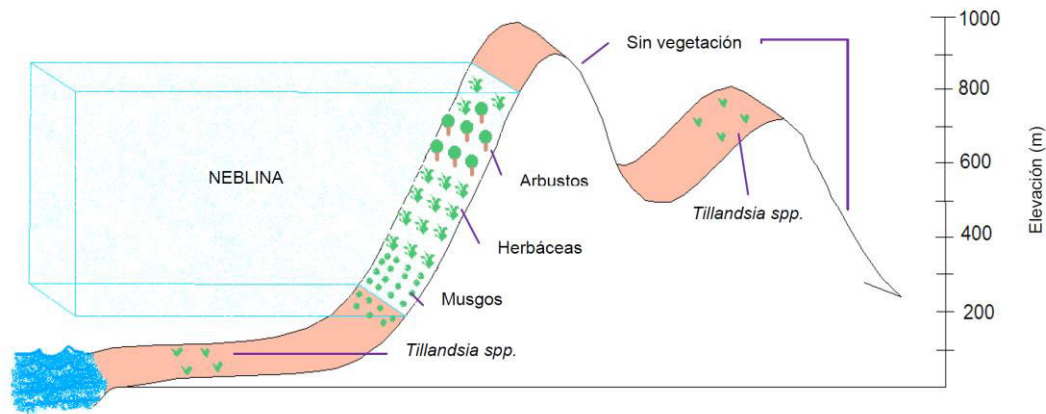
En las laderas ubicadas entre los 400 y 600 msnm las neblinas son más frecuentes y la precipitación puede llegar hasta los 400 mm. Cuando existen paredes rocosas y vegetación arbórea, las neblinas se condensan más, por el efecto de intercepción, y al pie de los árboles la precipitación puede llegar a los 500 mm. Esto permite el desarrollo de una vegetación más tupida y la formación de manantiales u ojos de agua (Brack & Mendiola, 2000).

Las variaciones climáticas cíclicas, aunque con muy pequeñas oscilaciones, son suficientes para producir el aumento o disminución de la intensidad de las nieblas existentes en las lomas, causando trastornos en su delicada y sensible formación (Velásquez, 2013).

En la Figura 8 se muestra el fenómeno de formación de lomas en la costa peruana con los distintos tipos de vegetación que se desarrollan de acuerdo a la variación en altitud.



**Figura 8. Zonificación de la vegetación de las lomas costeras peruanas en la zona de neblinas**



Adaptado de Dillon, Nakazawa, & Leiva, 2003

#### 2.2.1.2. Fenología en lomas

La aparición de especies de flora en lomas es variable, según las condiciones de humedad y temperatura durante ciertos periodos del año; no obstante, ante un periodo normal, la aparición de la mayoría de las especies se da entre los meses húmedos (mayo, junio y julio).

Durante dichos meses aparecen especies que no se ven durante otros meses del año; tal es el caso de la flor de amancaes (*Ismene amancaes*) que sólo florece durante el mes de junio (Aguilar, 1977, citado a través de Palacios, s/f). Sin embargo, ante un evento extraordinario como el fenómeno El Niño, la temporalidad de aparición de especies puede variar ya sea al ampliarse la temporada húmeda o la temporada seca (Palacios, s/f).

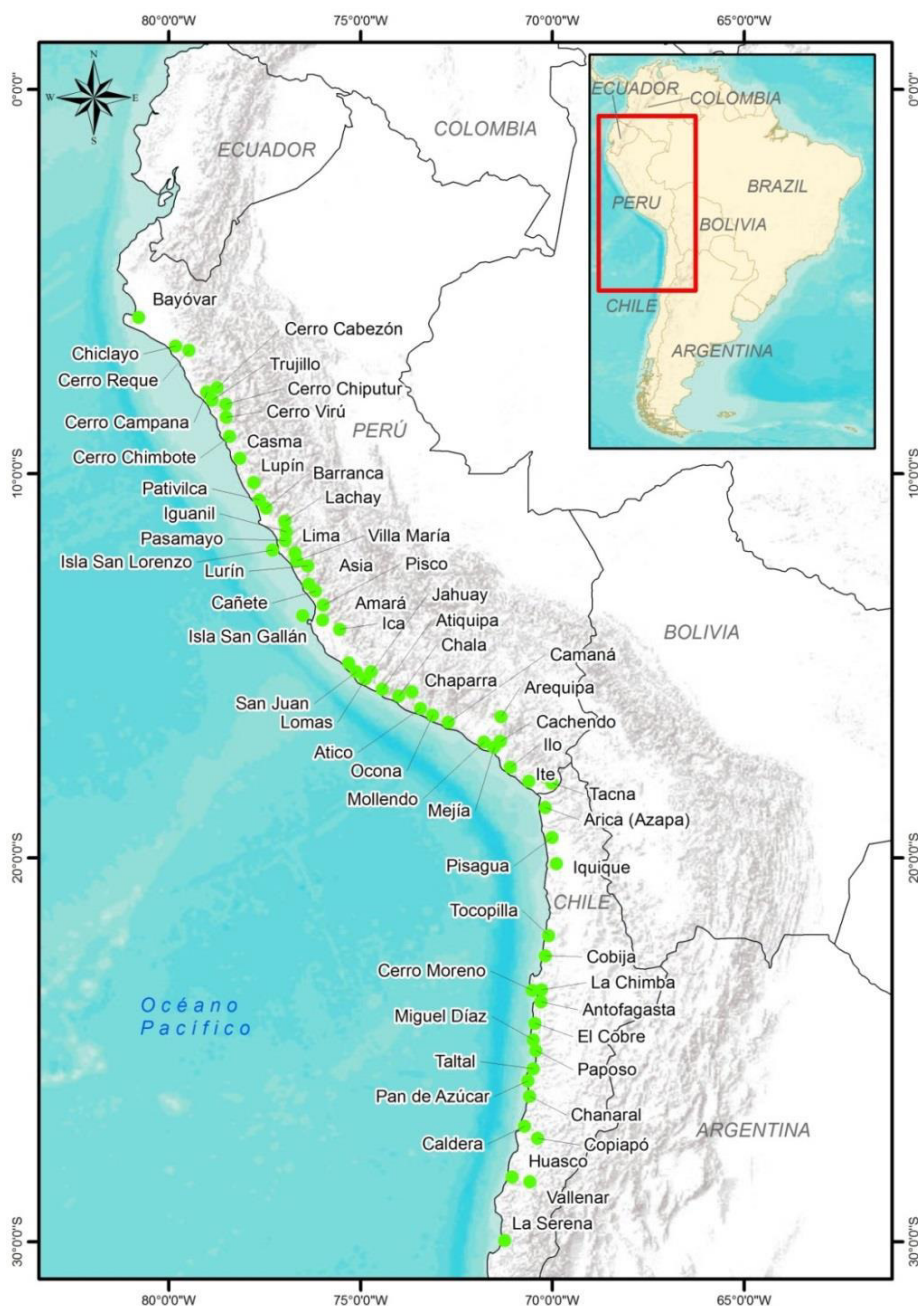
#### 2.2.1.3. Cobertura vegetal

La cobertura vegetal puede ser definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomasas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como serían las áreas de cultivos (Martínes *et al.*, 2003).

#### 2.2.1.4. Principales lomas de la costa de Perú y Chile

El desierto costero peruano – chileno, representa un cinturón continuo muy árido de 3500 km a lo largo de un estrecho territorio en la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes, en donde encontramos a los ecosistemas de lomas (Sotomayor & Jiménez, 2008). Estos ecosistemas están distribuidos desde Illescas (dpto. de Piura, a 6 °LS) hasta el norte de Chile (30 °LS), presentándose en forma más intensa entre los 8 ° y 18 °LS (Brack & Mendiola, 2000), tal como se muestra en la Figura 9.

**Figura 9. Principales lomas del desierto costero peruano - chileno**



Elaboración propia. Fuente: Dillon 2005, Bing Maps, IGN.

#### 2.2.1.5. Influencia del fenómeno El Niño en las lomas costeras

El Niño – Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) es un evento natural de la variabilidad climática en el que se interrelacionan el océano y la atmósfera en la región tropical del océano Pacífico. La fase cálida del ENSO corresponde a El Niño y se denomina al incremento de la temperatura superficial del agua del mar en el litoral de la costa oeste de Sudamérica con ocurrencia de lluvias intensas.

En el último siglo han ocurrido tres eventos de intensidad extraordinaria; dos, moderadas; y tres, débiles del fenómeno El Niño (Cuadro 2). Los dos grandes últimos episodios extraordinarios de El Niño ocurrieron en los años 1982 – 1983, 1997 – 1998 (Cuadro 2). El Niño de 1982-1983 provocó en la costa norte peruana una precipitación anómala de 3000 mm entre setiembre y mayo. De la misma manera, El Niño 1997-1998 también generó una precipitaciones de 3000 mm entre setiembre y mayo, con mayores núcleos en Piura y Tumbes; lluvias en Lima (Senamhi, 2014a).

**Cuadro 2. Intensidad y año de ocurrencia de El Niño**

Año de ocurrencia	Intensidad
1925	Extraordinaria
1982-1983	Extraordinaria
1997-1998	Extraordinaria
2002-2003	Moderada
2004-2005	Débil
2006-2007	Débil
2009-2010	Moderada

Fuente: Senamhi, 2014a

Según Ferreyra (1993), en una temporada habitual de lomas con precipitación entre 40 - 100 mm anuales, en las lomas se presenta vegetación herbácea y poco desarrollada, que muchas veces no pasan los 10 cm; asimismo, los arbustos son poco ramificados con hojas pequeñas y escasas; además, los arboles poseen ramas escasas y hojas grisáceas pequeñas. Sin embargo, al ocurrir eventos de intensidad extraordinaria El Niño por la elevada e inusual precipitación, modifican la flora y la vegetación, produciendo el robustecimiento y revitalización de las plantas; además, aparecen nuevas especies de flora.

#### 2.2.1.6. Servicios ambientales de las lomas costeras

El conjunto de beneficios que obtiene la población de un ecosistema se conoce como servicios ambientales o servicios ecosistémicos. De igual manera, los ecosistemas de lomas brindan servicios que contribuyen al bienestar de la población, a continuación se indican estos servicios en base a las siguientes fuentes: Municipalidad Metropolitana de Lima (2014a, pp. 65-69) y Ministerio de Agricultura y Riego (2013, pp. 5-6). Se describen siguiendo la estructura de servicios ecosistémicos establecida en el marco conceptual de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (Naciones Unidas, 2003).

##### **Servicios de suministro**

En las lomas costeras se encuentran diversos recursos naturales que las poblaciones pueden aprovechar para satisfacer sus necesidades y como sustento económico o fuente de trabajo. Siendo estos ecosistemas fuente de alimento y proveedor de recursos genéticos. Las especies de importancia económica destaca la tara (*Caesalpinia spinosa*), de uso industrial y se obtiene taninos para la curtiembre y goma para estabilizar y emulsionar alimentos; el mito (*Vasconcellea candicans*) es una papaya silvestre su fruto es comestible rico en vitaminas, digestivo por su alto contenido de papaína y quimopapaina y es un recurso genético potencial; el palillo (*Capparis prisca*) especie sobreviviente de los últimos relictos forestales de la costa, sus frutos son comestibles; amancaes (*Ismene amancaes*), begonias (*Begonia octopetala* y *Begonia geraniifolia*), de potencial uso ornamental y medicinal; amachu (*Lobelia decurrens*), como biocida, controla plaga de insectos en cultivos y veterinario, controla ectoparásitos en animales; heliotropo (*Heliotropium arborescens*) de uso ornamental y cosmético; la cerraja (*Sonchus oleraceus*) de uso alimenticio, las hojas se consumen como verdura; forraje, sirve de alimento para animales, así como estos recursos existen otras que aprovechados adecuadamente dentro una estrategia de gestión integrado puede generar beneficios económicos para las poblaciones locales.

##### **Servicios de regulación**

Entre los servicios de regulación de los ecosistemas de lomas, se encuentran la purificación del aire, puesto que las lomas permiten que gocemos de aire menos contaminado ya sea por el parque automotor o las industrias existentes. Este tipo de servicio es importante en las lomas ubicadas cerca a zonas urbanas, industriales y extractivas.

En relación al tema de polinización, este servicio tiene una importancia fundamental en mantenimiento de los sistemas agroecológicos. Las lomas se presentan a modo de islas de vegetación, rompiendo el paisaje desértico de la costa y albergan insectos, aves y mamíferos voladores capaces de polinizar no solo la vegetación propia de las lomas, sino también los cultivos que se desarrollan en sus áreas próximas.

### **Servicios culturales**

El valor cultural de las lomas es muy significativo en la costa peruana por emplazarse en un medio árido. De manera que tienen un importante valor estético, espiritual y paisajístico. Brindan servicios culturales como la recreación, constituyendo un espacio para el reposo o el desarrollo de actividades como trekking, ciclismo, etc. Asimismo, permiten su provecho para la educación y la investigación.

### **Servicios de base**

Finalmente, los servicios de base que permiten el desarrollo de los demás servicios de las lomas son, primordialmente, el proceso de captación y condensación de la neblina (Foto 1) y la formación de suelos.

**Foto 1. Acumulación de las primeras neblinas – zona urbana José Carlos Mariátegui (parte alta)**



Foto tomada por Municipalidad Metropolitana de Lima, julio 2007

#### *2.2.1.7. Situación actual de las lomas costeras*

### **Situación actual de las lomas costeras en Lima Metropolitana**

En Lima Metropolitana, los principales problemas que enfrenta la conservación de las lomas son por las siguientes actividades:

- Expansión urbana

El crecimiento urbano es intenso, las poblaciones consolidadas suelen ampliar sus asentamientos en zonas no previstas para tal fin, esto se ve agravado por la presencia de grupos organizados (traficantes de tierras) que especulan con el suelo, ocupan áreas de propiedad del Estado y no cuentan con derecho reconocido. El distrito de Villa María del Triunfo es un caso particular donde estos grupos se encuentran identificados y denunciados (Asociación Señor de Lampa, Asociación Minas de Agua, Asociación Vista Alegre, entre otras). Por otro lado, las demandas de los servicios por parte de los pobladores, son cada vez mayores, que a su vez representan costos muy elevados de inversión para la implementación de servicios (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2014a).

Igualmente, las poblaciones asentadas en las inmediaciones de las lomas (Foto 2), padecen de males respiratorios (tos y gripe principalmente) debido a la intensa humedad característica de este ecosistema y la precariedad de sus viviendas. Los pobladores demandan continuamente al Estado, asistencia médica y también donaciones de ropa y frazada para abrigo (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2014a)



**Foto 2. Vista del preciso instante en el que invasores trataron de invadir terrenos adyacentes a infraestructura urbana existente en el sector José Carlos Mariátegui (parte alta)**



Foto tomada por Noé Neira, julio 2014

- Minería no metálica

Esta actividad se encuentra difundida en el entorno de las lomas de Carabayllo y Villa María. En las lomas de Carabayllo, se extrae arena gruesa y arcilla de canteras informales para las industrias de construcción y ladrillo. En cambio, en las lomas del distrito de Villa María se emplazaba los tajos y canteras de una industria formal (Foto 3).

**Foto 3. Minería no metálica a tajo abierto en el sector Atocongo del distrito de VMT**

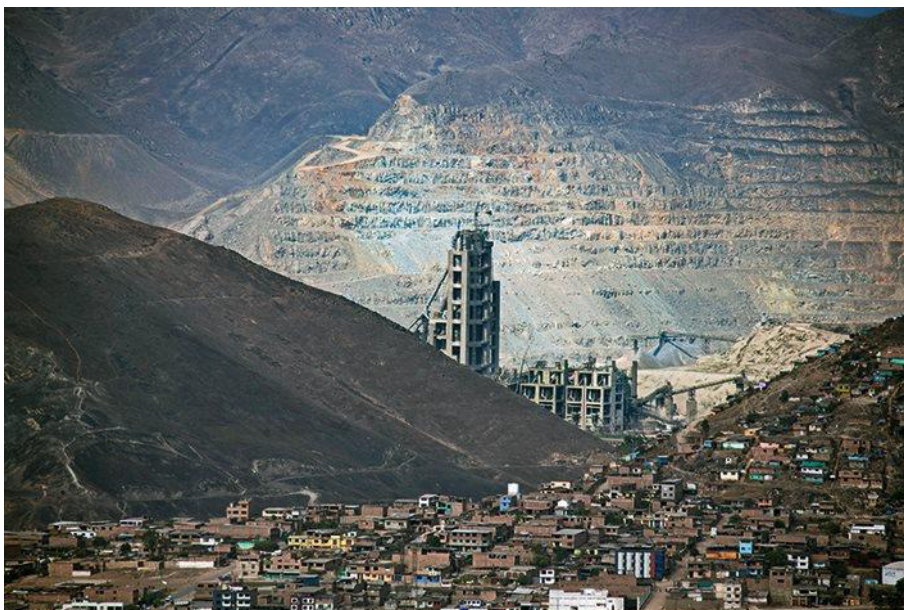


Foto tomada por Evelyn Moreno, s/f

- Agricultura

Esta actividad es mínima y se realiza en el entorno de las lomas de Carabaylo y Villa María del Triunfo, y toma la modalidad de agricultura urbana (Foto 4).

**Foto 4. Agricultura realizada en el sector José Carlos Mariátegui (parte alta)**



Foto de los autores, octubre 2014

- Granjas porcinas

Los módulos informales se encuentran en las lomas de Villa María, promueven la construcción de trochas. Asimismo, trae vectores como ratas y moscas que pueden alterar la cadena trófica endémica de las lomas (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2014a)

**Foto 5. Vista parcial de la zona de chancherías – Sector Nueva Esperanza (parte alta)**



Foto de los autores, noviembre 2014



### Situación actual de las lomas costeras a nivel nacional

En cuanto a la conservación de lomas a nivel nacional, el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (Sinanpe) incluye cuatro lomas costeras. Como se muestra en el Cuadro 3 y Figura 10 la mayoría de estas lomas se concentran en la región Lima.

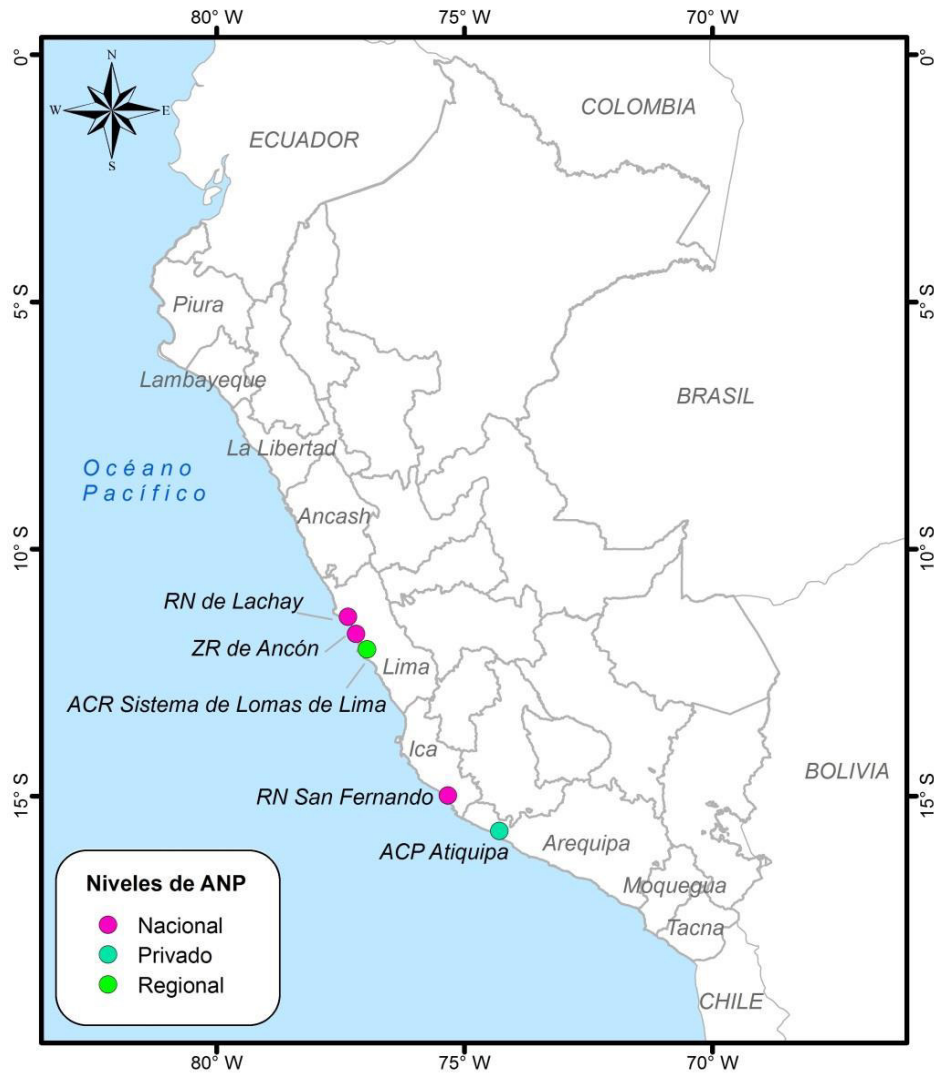
**Cuadro 3. Lomas costeras consideradas Áreas Naturales Protegidas**

<b>Categoría de ANP</b>	<b>Nombre de ANP</b>	<b>Fecha de creación</b>	<b>Región</b>	<b>Extensión (ha)</b>
Reserva Nacional	Lachay	1977	Lima	5070
Zona Reservada	Ancón	2010	Lima	10 962
Reserva Nacional	San Fernando en Marcona	2011	Ica	154 716
Área de Conservación Privada	Atiquipa	2011	Arequipa	19 028
Área de Conservación Regional	Sistema de Lomas de Lima*	En proceso	Lima	10 525

\*Incluye también el ACR Sistema de Lomas de Lima (En proceso de ser catalogado como ANP)

Elaboración propia. Fuente: Sernanp 2014, MML 2014.

**Figura 10. Lomas costeras pertenecientes al Sinanpe\***



\*Incluye también el ACR Sistema de Lomas de Lima (En proceso de ser catalogado como ANP)  
Elaboración propia. Fuente: Sernanp 2014, Municipalidad Metropolitana de Lima 2014, IGN

## 2.2.2. Actividad minera

### 2.2.2.1. Términos de aplicación para las actividades mineras

A continuación, se define los siguientes términos de aplicación para las actividades mineras, según el Decreto Supremo n.º 040-2014-EM, Reglamento de protección y gestión ambiental para las actividades de explotación, beneficio, labor general, transporte y almacenamiento minero.

## Componente minero

Es el yacimiento minero así como los equipos, infraestructuras, instalaciones, complejo metalúrgico, excavaciones superficiales o subterráneas, refinerías y espacios necesarios para el desarrollo de las actividades mineras de explotación, transporte interno, beneficio, disposición de relaves y desmontes, almacenamiento y transporte del recurso mineral metálico o no metálico de una unidad minera así como los servicios e instalaciones auxiliares. Se clasifican en:

- **Principales.-** Son aquellos componentes relacionados directamente con la extracción y procesamiento del recurso mineral, tales como tajo, labor subterránea, pad de lixiviación y depósito de relaves con sus instalaciones conexas, la planta de procesamiento y los almacenes de concentrados de minerales en zona portuaria, depósito de desmonte, sistema de transporte de relaves, canteras de piedra, entre otros.
- **Auxiliares.-** Son aquellos componentes secundarios o de servicio que complementan los objetivos o funciones de los componentes principales permitiendo concluir con la actividad de explotación para obtener y colocar los productos mineros en la industria. Son considerados como tales: ductos (mineroductos y acueductos), campamentos, almacenes, polvorines, grifos, canales de coronación, carreteras o trochas, líneas de transmisión eléctrica. Se pueden ubicar dentro o fuera del área de emplazamiento de la unidad minera.

## Área efectiva de un proyecto minero

Comprende los espacios ocupados por los componentes y actividades del proyecto.

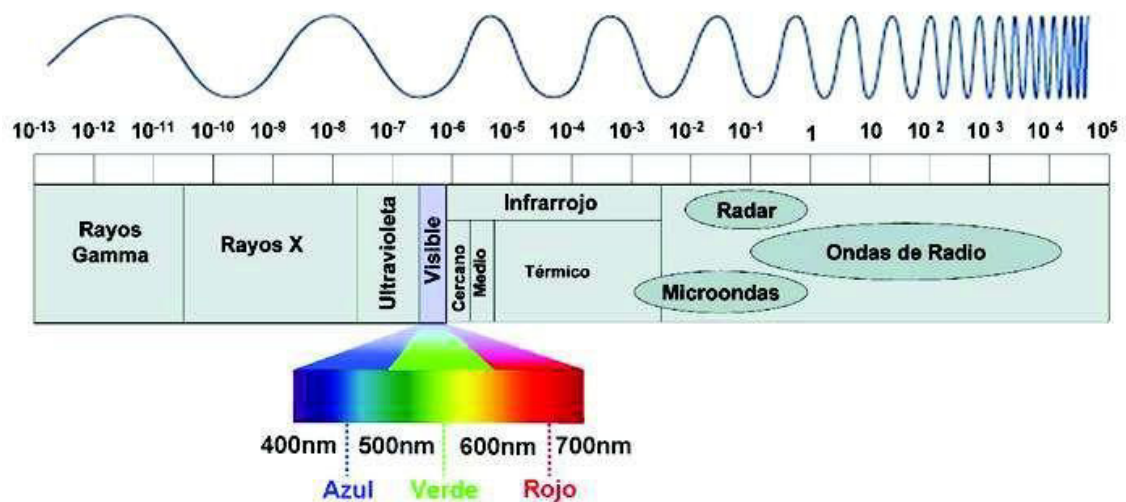
### 2.3. Fundamentos físicos de la teledetección

#### 2.3.1. *El espectro electromagnético*

Es el rango de todas las radiaciones electromagnéticas posibles. Desde el punto de vista de la teledetección, conviene destacar, una serie de bandas espectrales, que son las más frecuentemente empleadas con la tecnología actual. Su denominación y amplitud varían según distintos autores, si bien la terminología más común es la siguiente:

- Espectro visible (0.4 a 0.7  $\mu\text{m}$ ).
- Infrarrojo: cubre la región entre 0.7 y 100  $\mu\text{m}$
- Infrarrojo cercano (IRC: 0.7 a 1.3  $\mu\text{m}$ )
- Infrarrojo medio (IRM: 1.3 a 8  $\mu\text{m}$ )
- Infrarrojo lejano o térmico (IRT: 8 a 14  $\mu\text{m}$ )
- Microondas (M, por encima de 1 mm)

**Figura 11. Espectro electromagnético (arriba longitudes de onda  $\lambda$  en metros)**



Fuente: Gonzaga, 2014

### **2.3.2. Radiación electromagnética**

La radiación electromagnética es una forma de energía que se propaga mediante ondas que se desplazan en el vacío a la velocidad de la luz (300 000 km/s) transportando cantidades discretas de energía (Sigmur, 2006; citado por Gonzaga, 2014)

Para que pueda producirse una observación remota de la superficie terrestre es preciso que el sensor detecte un flujo energético proveniente de esta.

En el trayecto seguido por la radiación electromagnética ésta sufrirá tres fenómenos principales:

- Absorción.- Proceso por el cual las moléculas y partículas de la atmósfera absorben la energía radiante y la transforman en energía interna que posteriormente será emitida en el infrarrojo térmico.

- **Dispersión.-** Este fenómeno se traduce en un re direccionamiento o pequeño desvío del camino recto de propagación. Es causado por la interacción entre la radiación y los gases y partículas atmosféricas.
- **Emisión.-** Como cualquier cuerpo con temperatura mayor que -273 K, la Tierra emite su propia radiación, que lógicamente tiene mayor importancia en el infrarrojo térmico.

### ***2.3.3. El efecto de la atmósfera sobre la energía electromagnética***

Al atravesar la atmósfera terrestre, la energía de ciertas longitudes de onda de la radiación solar se reduce considerablemente como ocurre con gran parte de la energía ultravioleta (0.001 a 0.4  $\mu\text{m}$ ) y algunas porciones del espectro infrarrojo (0.75 a 2.5  $\mu\text{m}$ ). En días de mucha nubosidad, la dilución atmosférica de energía en esas longitudes de onda es aún mayor.

Este efecto de la atmósfera (atenuación atmosférica) es producido particularmente por la presencia de partículas en suspensión. Las partículas, según su tamaño, afectan distintas longitudes de onda. El caso extremo son las nubes, las cuales pueden ocultar por completo el suelo, aunque cuando son tenues también afectan la transmisión de luz de una manera distinta según las longitudes de onda (Gonzaga, 2014).

### ***2.3.4. Imágenes satelitales***

Una imagen satelital es el producto obtenido por un sensor instalado a bordo de un satélite artificial a través de la captación de la radiación electromagnética emitida o reflejada por un cuerpo celeste; producto que posteriormente se transmite a estaciones terrestres para su visualización, procesamiento y análisis.

#### ***2.3.4.1. Pre procesamiento de imágenes satelitales***

El pre procesamiento de las imágenes, consiste en hacer las correcciones de las imágenes, con el fin de eliminar cualquier anomalía detectada en la imagen, ya sea en su localización o radiometría de los pixeles que la componen.

- Distorsiones originadas por la plataforma.
- Distorsiones provocadas por la rotación terrestre.
- Distorsiones por el sensor.
- Distorsiones provocadas por la atmósfera.

Estas distorsiones, deben ser comprendidas para procesar los datos adecuadamente para posteriores análisis e interpretaciones.

#### *2.3.4.2. Correcciones geométricas – georreferenciación*

La corrección geométrica es la modificación de la geometría de la imagen respecto de la geometría de la superficie terrestre. La georreferenciación es su adaptación a un sistema geodésico de referencia (por ejemplo ED50 o ETRF 89) y una proyección geográfica determinada (ejemplo la UTM Universal Transverse Mercator).

#### *2.3.4.3. Correcciones radiométricas*

Una vez que la radiación electromagnética es generada y se propaga, interactúa con la atmósfera afectando a la radiación en su longitud de onda, intensidad, distribución espectral y/o su dirección. Hay dos tipos de efectos que produce la atmósfera: absorción y dispersión. El ruido introducido por la atmósfera tiene efectos importantes en la teledetección y su remoción es necesaria (APN, 2005, citado por Gonzaga, 2014).

Las correcciones radiométricas buscan mejorar la precisión de las medidas de reflectancia, apuntan a eliminar ruidos en los ND (niveles digitales) de la imagen compensando las diferencias en los valores de radiancia y la conversión de los ND a valores de radiancia y reflectancia, utilizando modelos de atmósfera y las geometrías de iluminación/observación (APN, 2005 citado por Gonzaga, 2014).

#### *2.3.4.4. Cálculo de reflectividades*

La conversión de los ND almacenados en una imagen cruda a variables físicas es un paso previo que resulta de gran utilidad en múltiples fases de la interpretación de imágenes, ya que permite trabajar con variables físicas de significado estándar, comparables en un mismo sensor a lo largo del tiempo, entre distintos sensores y entre la teledetección espacial y otros métodos de detección de energía electromagnética.

La reflectividad de una cubierta depende de sus características físicas y químicas, así como de las condiciones de observación, el análisis de su variación en distintos rangos espectrales (o en las bandas de una imagen) nos permitirá discriminar las diferentes coberturas terrestres.

#### *2.3.4.5. Correcciones topográficas*

En la obtención de información sobre la superficie del terreno a partir de imágenes satelitales, la iluminación oblicua y una topografía irregular genera unos efectos de sombreado e iluminación que modifican la respuesta debida exclusivamente al tipo de

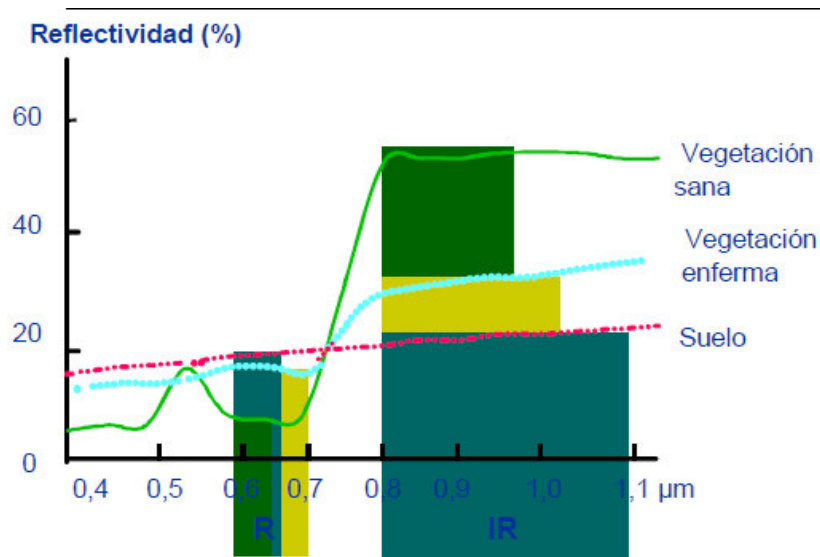
superficie. A partir de haber calculado el ángulo de incidencia pueden plantearse distintos métodos para compensar la diferencia de radiación incidente entre vertientes.

#### 2.3.4.6. Índices de vegetación

Los índices de vegetación, o índices verdes, son transformaciones que implican efectuar una combinación matemática entre los niveles digitales almacenados en dos o más bandas espectrales de la misma imagen (Esperanza y Zerda, 2002, citado por Gonzaga, 2014).

El desarrollo de estos índices obedeció a la observación de la consistencia de la respuesta a la reflectancia de la luz roja e infrarroja de la vegetación verde: a mayor cantidad de clorofila, mayor absorción de la luz incidente roja; a mayor volumen foliar, mayor reflectancia de la luz infrarroja cercana. Considerando que pueden existir otras coberturas con alta reflectancia en el infrarrojo, u otras con alta absorción en el rojo, el empleo de solo una banda puede conducir a errores. Sin embargo, solo la vegetación viva produce invariablemente ambas respuestas, de modo que si se calcula el cociente de la reflectancia infrarroja por la roja, o su diferencia, como la primera siempre aumenta conforme la segunda disminuye, el cociente (o diferencia) será mayor cuanta más vegetación haya, por el efecto aditivo que una mayor abundancia de vegetación produce (Towers, 2002, citado por Gonzaga, 2014).

**Figura 17. Comportamiento de los índices de vegetación sobre la reflectancia en diversas longitudes de onda**



Fuente: Universidad de Alcalá, 2001, citado por Gonzaga, 2014

#### 2.3.4.7. Limitaciones de los índices de vegetación

El Índice de Vegetación Normalizado (NDVI) es el índice de vegetación más utilizado para la evaluación de la erosión del suelo. Sin embargo, el NDVI tiene algunos problemas en la estimación de la cubierta vegetal, por ejemplo, este índice comienza a saturar cuando la cubierta vegetal es superior al 50 %, y no es sensible al verde cuando la cubierta vegetal es baja. Por este motivo puede sobre o subestimar la cubierta vegetal, dando información errónea en algunas zonas (Zhongming *et al.*, 2009, citado por Gonzaga, 2014).

#### 2.3.4.8. Índice de vegetación de diferencia normalizada NDVI

El NDVI (Rouse *et al.*, 1974) es el índice de vegetación más utilizado para todo tipo de aplicaciones. La razón fundamental es su sencillez de cálculo, y disponer de un rango de variación fijo (entre  $-1$  y  $+1$ ), lo que permite establecer umbrales y comparar imágenes, etc. Este índice da lugar a isolíneas de vegetación de pendiente creciente y convergente en el origen (Sánchez *et al.*, 2000).

Respecto a otros índices de vegetación más complejos, el NDVI tiene las ventajas de tener una gran sencillez de cálculo y de facilitar la interpretación directa de los parámetros biofísicos de la vegetación. Además permite la comparación entre datos obtenidos por diferentes investigadores.

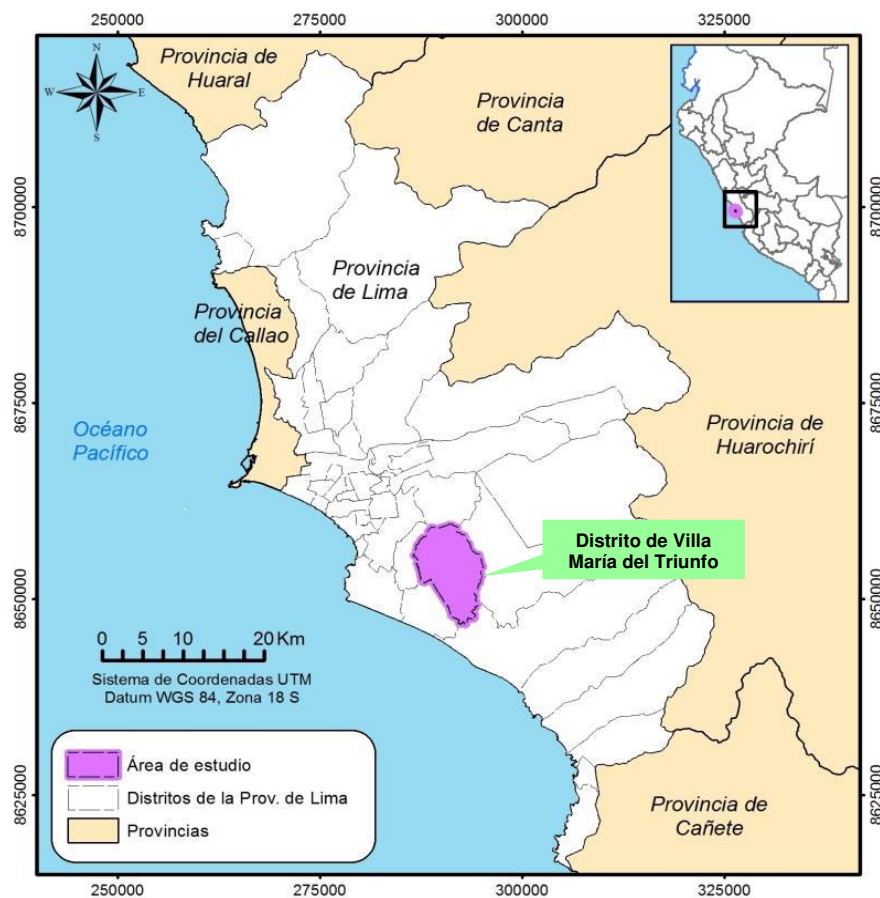


## 2.4. Condiciones actuales del área de estudio

### 2.4.1. Área de estudio

Las lomas del distrito de Villa María del Triunfo se ubican en la provincia y departamento de Lima. Posee un área de 6665.4 ha. En la Figura 12 se muestra la ubicación del área de estudio.

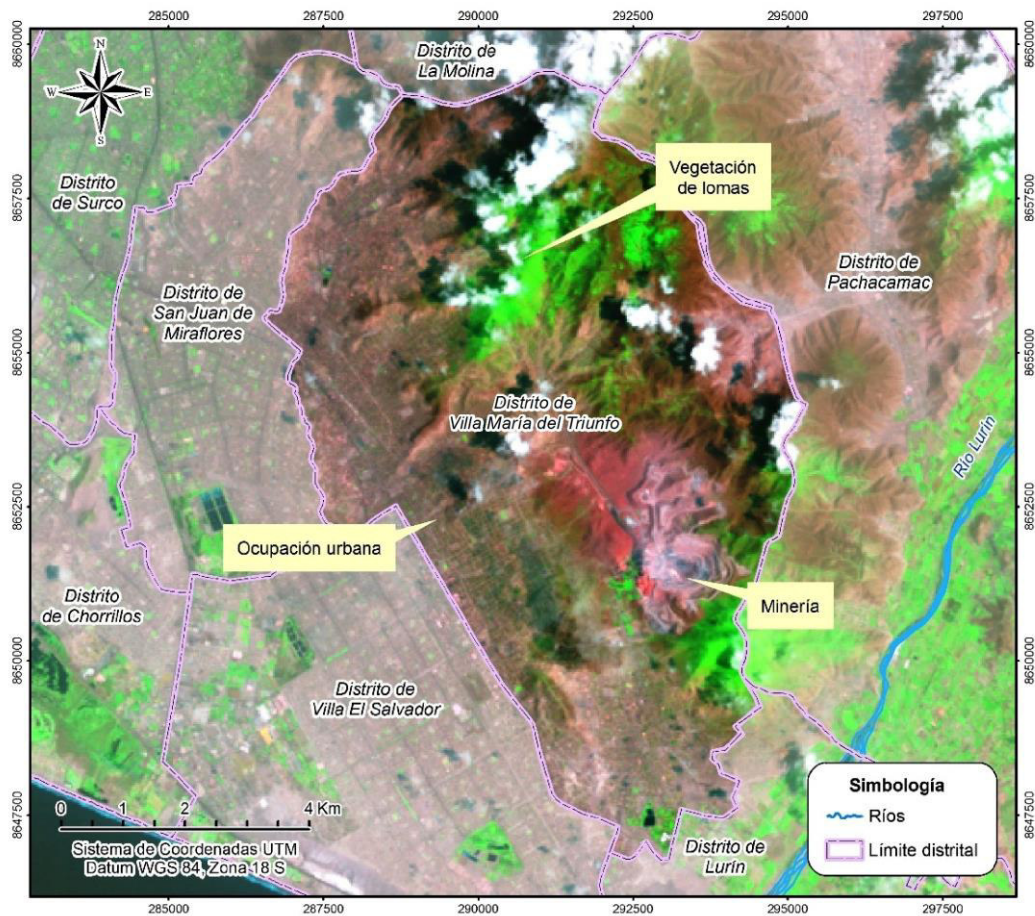
Figura 12. Ubicación del área de estudio



Elaboración propia. Fuente: IGN

El área de estudio para el análisis de la expansión urbana y de la actividad minera alrededor de las lomas de Villa María del Triunfo, se restringió según la división político-administrativa del territorio. Por tanto, se trabajó todo el distrito de Villa María del Triunfo, el cual limita con los distritos de San Juan de Miraflores y La Molina por el norte, con el distrito de Pachacámac por el este, con los distritos de Villa El Salvador por el oeste y hacia el sur con el distrito de Lurín (Figura 13).

**Figura 13. Imagen satelital del área de estudio**



Elaboración propia. Fuentes: IGN, INEI y SPOT 2002

## 2.4.2. Medio físico

### 2.4.2.1. Clima

El clima de las lomas es estacional, con una “época húmeda” que va de fines de julio a mediados de octubre, presentando alta humedad relativa (Cuadro 6), una temperatura media inferior cercana a los 15 °C y lloviznas frecuentes alrededor de los 250 mm (Cuadro 5) de precipitación anual que favorecen el desarrollo de la vegetación. Por el contrario, en el período que va de enero a abril la precipitación es escasa o casi nula, la humedad relativa es baja (78 a 88 %<sup>5</sup>) y se presentan las mayores temperaturas medias mensuales del año (20 °C), originando una alta evapotranspiración, por lo que se conoce a este período como “época seca”. La ocurrencia de los eventos “El Niño” alteran esta estacionalidad debido a que se producen garúas de verano, que favorecen el inusual desarrollo de vegetación en este período (Pinche, 1994; citado

<sup>5</sup>Información proveniente de los registros promedios mensuales de la estación Cerro La Cruz.

por Instituto Nacional de Recursos Naturales, 2002). Excepcionalmente ocurren precipitaciones aisladas en verano, como en el año 2010, por lo que la vegetación se desarrolló en las lomas de Villa María.

La aridez de la costa peruana, y de las lomas durante el verano, tiene como principales causas las siguientes:

- La cordillera andina, su orientación y situación cercana a la costa del Pacífico, impiden el paso de los vientos húmedos provenientes del Atlántico (Instituto Nacional de Recursos Naturales, 2002).
- Los vientos alisios, que poseen dirección Nor-noreste (NNE) provenientes del océano Pacífico y dirigiéndose a la costa, pierden su humedad sobre el mar y, debido a las bajas temperaturas de las aguas de la Corriente Peruana, producen una densa capa de neblinas, las que sólo originan precipitaciones en forma de garúa. A pesar de la alta humedad relativa de la atmósfera, no caen lluvias fuertes, debido a la inversión térmica de la atmósfera (Instituto Nacional de Recursos Naturales, 2002).
- El fenómeno de inversión térmica, por el cual las aguas frías del mar enfrían la capa de aire situadas encima de ellas, hasta una altura de 800 a 900 metros. Sobre la capa de neblinas que se forma, la temperatura sube bruscamente de 13 °C a 24 °C (Instituto Nacional de Recursos Naturales, 2002).
- Las corrientes marinas, como la corriente Peruana o de Humboldt. Presenta una temperatura promedio de 13 a 14 °C en invierno (mayo a octubre) y de 15 a 17 °C en verano (noviembre a abril). Las consecuencias más importantes de la presencia de esta corrientes son el afloramiento de las aguas desde el fondo, cargadas de nutrientes, y las peculiaridades del clima de la costa peruana como la presencia del evento El Niño, cuya intensidad y durabilidad influye de forma directa y proporcional a la presencia de lomas (Instituto Nacional de Recursos Naturales, 2002).

Para el análisis meteorológico del área de estudio se utilizó información proporcionada por Senamhi y Unacem - Plan de cierre de minas de canteras y botaderos de la UEA Atocongo, de los cuales tenemos tres estaciones meteorológicas: Atocongo, Manchay y Cerro La Cruz.

El Cuadro 4 muestra la ubicación de las estaciones seleccionadas y el Cuadro 5 muestra la precipitación promedio mensual en milímetros.

**Cuadro 4. Ubicación de estaciones meteorológicas**

Estación	Propietario	Ubicación política	Ubicación geográfica			Período de registro
		Distrito de la Prov. Lima	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud (msnm)	
Atocongo	Senamhi	VMT	12°13'1"	76°54'1"	142	1931-1939
Manchay Bajo	Senamhi	Pachacámac	12°10'1"	76°52'1"	164	1964-1980
Cerro La Cruz	Unacem	VMT	12°12'0"	76°54'0"	180	1931-1939

Elaboración propia. Fuentes: Cementos Lima (2012)

**Cuadro 5. Precipitación promedio mensual (mm)**

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
Manchay Bajo	2.3	0.7	0.4	0.0	1.1	2.5	3.1	5.2	5.4	2.1	1.2	1.1	25.1
Atocongo	7.1	0.6	0.2	2.1	15.2	33.9	52.8	44.6	40.1	21.7	24.0	11.0	250.6

Elaboración propia. Fuente: Cementos Lima SA (2012)

En el área de estudio, principalmente en la zona cercana al litoral, durante el invierno, se presenta nubosidad estratiforme, predominando en las mañanas los estratos y estratocúmulos; ocasionalmente varía a despejado por la tarde debido a la brisa que sopla a partir del mediodía. Durante el verano se presentan, ocasionalmente, coberturas nubosas parcialmente conformadas por estratocúmulos y altocúmulos, y frecuentemente durante las tardes se presentan cirrostratos y altoestratos, como resultado de masas de aire provenientes desde la Amazonía central hacia el Pacífico. Es frecuente la presencia de nieblas ligeras a intensas durante las madrugadas y primeras horas del día (Cementos Lima SA, 2012).

Las nieblas que se forman sobre la superficie del mar son del tipo advectivo<sup>6</sup>, al penetrar al continente, y ascender por las laderas expuestas a barlovento de ciertos cerros del litoral, producen una llovizna persistente y muy tenue (garúa), que alcanza una magnitud anual que fluctúa entre los 100 y 300 mm, originando una vegetación peculiar que se conoce con el nombre de "lomas" y se presenta típicamente en la parte central y sur del país, a partir de los 8 °S (Valdivia, 1977).

<sup>6</sup>La niebla de advección, se forma cuando el aire húmedo pasa sobre una superficie fría. Este tipo de nieblas siempre ocurre sobre tierra en invierno cuando el aire húmedo de los océanos invade los continentes que mantienen temperaturas bajas. Las nieblas advectivas al ascender por las laderas occidentales de los cerros costeros, producen una llovizna persistente y muy tenue (Valdivia, 1977).



Figura 14. Imagen Landsat mostrando el colchón de nubes estratos que cubre Lima Metropolitana



Elaboración propia. Fuentes: Landsat, IGN

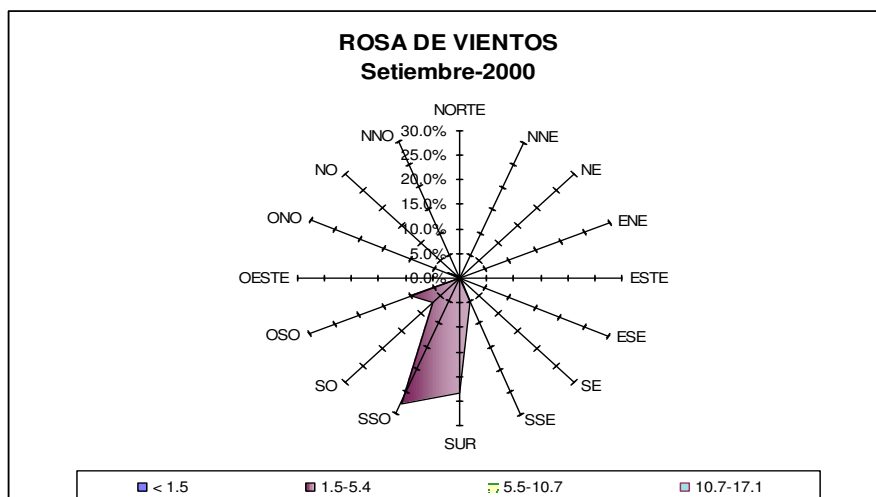
**Cuadro 6. Humedad relativa promedio anual (%)**

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
Manchay Bajo	72.2	75	81.5	80.8	82.4	83.8	84.8	86.3	84.8	78	77	76.8	79.4
Cerro La Cruz	87.9	86.5	77.8	86.9	90.8	92.8	92.8	95.1	94.4	92.9	90.8	90.6	--

Elaboración propia. Fuente: Cementos Lima 2012

En general, el régimen de vientos en el litoral costero es bastante regular: su velocidad a lo largo del año es débil, salvo raras excepciones en que se presentan vientos de mediana a fuerte intensidad. Su dirección predominante a lo largo del año es de sur a norte (Cementos Lima SA, 2012), como lo demuestra la Figura 15.

**Figura 15. Rosa de vientos de la estación Cerro La Cruz**

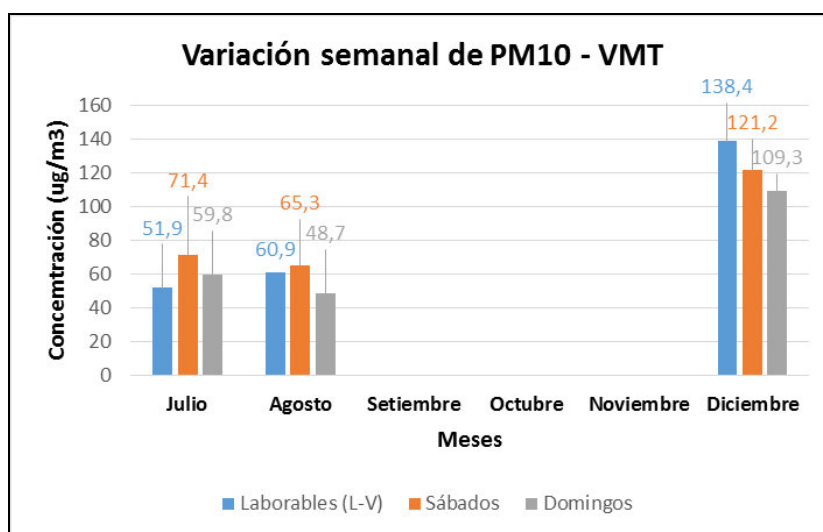


Fuente: Cementos Lima SA, 2012

#### 2.4.2.2. Calidad de aire

Según la Red de Monitoreo de Calidad de Aire del Senamhi (2014b), el comportamiento promedio horario de las concentraciones de material particulado ( $PM_{10}$ ) en Villa María del Triunfo, obedece a la influencia de la intensidad del tráfico vehicular, emisiones de procesos industriales y erosión del suelo, que al interaccionar con parámetros meteorológicos propios de cada zona como la velocidad del viento, inversión térmica y precipitaciones, que en conjunto determinan el comportamiento de las concentraciones de las partículas en la atmósfera, principalmente en las horas de actividad antropogénica y exposición de las personas a este contaminante. Este comportamiento se detalla en el Gráfico 1.

**Gráfico 1. Variación semanal de  $PM_{10}$  en el 2014**



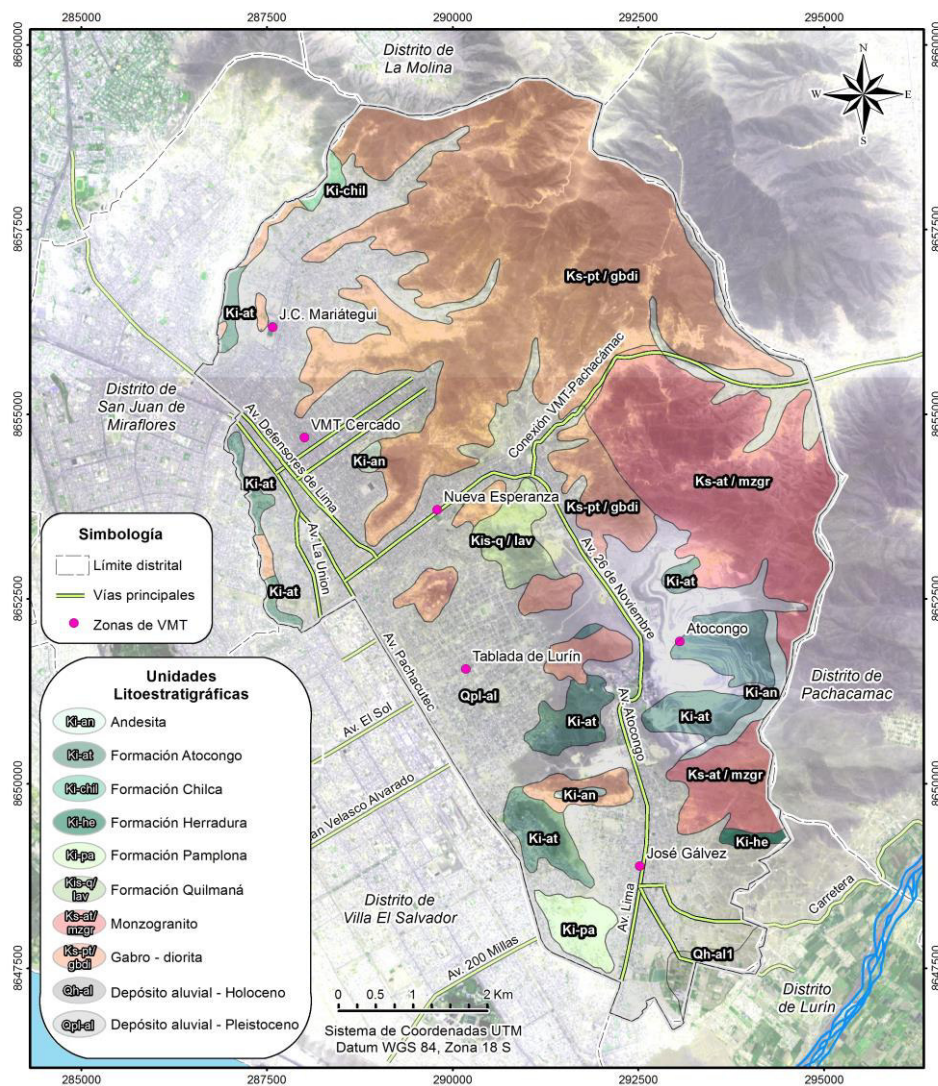
Elaboración propia. Fuente: Senamhi, 2014

El mes de diciembre es donde se evidencia la mayor concentración de  $PM_{10}$  debido a las actividades por fiestas de fin de año. Cabe precisar, que el estado de la calidad del aire está catalogado como Moderado, y Alto para los meses de diciembre

#### 2.4.2.3. Geología

El área de estudio se encuentra en las estribaciones occidentales de la cordillera andina y planicies de piedemonte; asimismo, estas unidades incluyen depósitos aluviales y eólicos. Las rocas que componen el área son de naturaleza intrusiva y sedimentaria, de depósitos cuyas edades varían del Cretáceo inferior al Cuaternario (Cementos Lima SA, 2012).

**Figura 16. Geología del distrito de VMT**



Elaboración propia. Fuentes: IGN, INEI y SPOT 2002



#### 2.4.2.4. Geomorfología

La morfología del área de estudio tiene control litológico, es así que sobre las calizas y rocas intrusivas se ha modelado un relieve abrupto; sobre las rocas volcánicas los rasgos topográficos tienen pendientes empinadas suaves y sobre la superficie de los depósitos cuaternarios se han desarrollado las llanuras.

Los rasgos geomorfológicos más importantes son consecuencia de procesos tectónicos, plutónicos y geodinámicas que han determinado el modelado actual. Asimismo, se han determinado las siguientes unidades geomorfológicas:

- **Planicies costeras.-** Es la zona comprendida entre el borde litoral y las estribaciones de la cordillera. Constituida por cubiertas de arenas.
- **Lomas y cerros testigos.-** Conformado por las colinas que bordean las estribaciones occidentales. La composición de estas pequeñas protuberancias son calizas o andesitas.
- **Valles y quebradas.-** Están conformadas por depósitos coluviales y materiales de poco transporte provenientes de las estribaciones de la cordillera occidental.
- **Estribaciones de la cordillera occidental.-** Comprende a las laderas y crestas marginales de la cordillera andina, de geoformas abruptas, formadas por el batolito de la Costa, con alturas promedio de 600m.

Los rasgos geomorfológicos a nivel local destacan cavidades (alveolos y tors) formadas por acción del viento y la humedad para desintegrar la roca, el cual forman parte del paisaje granítico (Foto 6).

**Foto 6. Roca granodiorita en el sector Valle Alto (Conocido como lomas de las Vizcachas)**



Foto de los autores, junio 2014



#### 2.4.2.5. Suelos

En el área de estudio existen dos tipos de suelo según su origen (Foto 7):

- **Suelos derivados de materiales coluviales.-** Las formaciones coluviales están ubicadas en la base de las laderas, constituyen la parte de transición hacia las áreas de relieve más abrupto constituidas por las laderas de colinas; incluyen suelos sin desarrollo genético con fragmentos rocosos de diferente granulometría.
- **Suelos derivados de materiales residuales.-** Son suelos formados a partir de materiales plutónicos del Batolito, así como calizas que configuran los primeros contrafuertes occidentales andinos de la zona. Se distribuyen predominantemente en las partes colinosas del área de estudio, de relieve (15 a 50 % de pendiente).

**Foto 7. Tipos de suelos según su origen, identificados en el Sector Paraíso – Lomas de VMT**

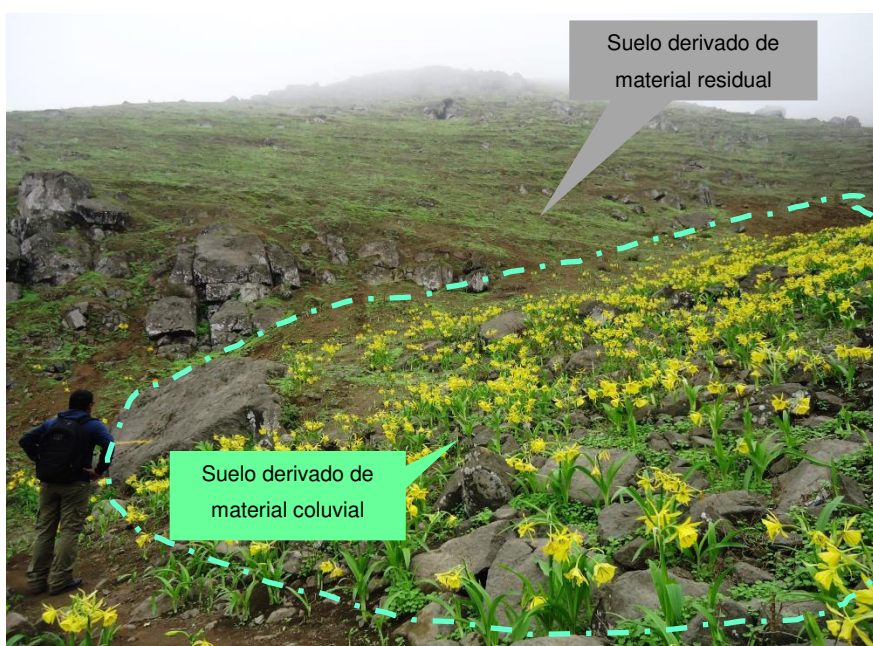


Foto de los autores, mayo 2014

#### 2.4.2.6. Hidrología

El distrito de Villa María del Triunfo está emplazado casi en su totalidad en microcuencas desérticas que afluyen en la parte baja del río Lurín, donde no hay cauce ni escurrimiento superficial notable (Figura 16). Sin embargo, el historiador

Chipana (2013) hace referencia que hasta mediados del siglo XX existían puquiales en el sector Atocongo, los cuales eran utilizados como fuente de agua para la agricultura y minería que se desarrollaba en la zona. En la actualidad aún es posible ver algunos de estos puquiales (Fotos 8 y 9).

Asimismo, las lluvias excepcionales de verano y los manantiales existentes causan algunas acciones erosivas que modifican ligeramente el paisaje desértico, como escorrentía superficial y desplazamiento de tierra local en los cauces de las quebradas secas.

**Foto 8. Manantial ubicado en el sector Minas de Agua**



Foto de los autores, noviembre 2014

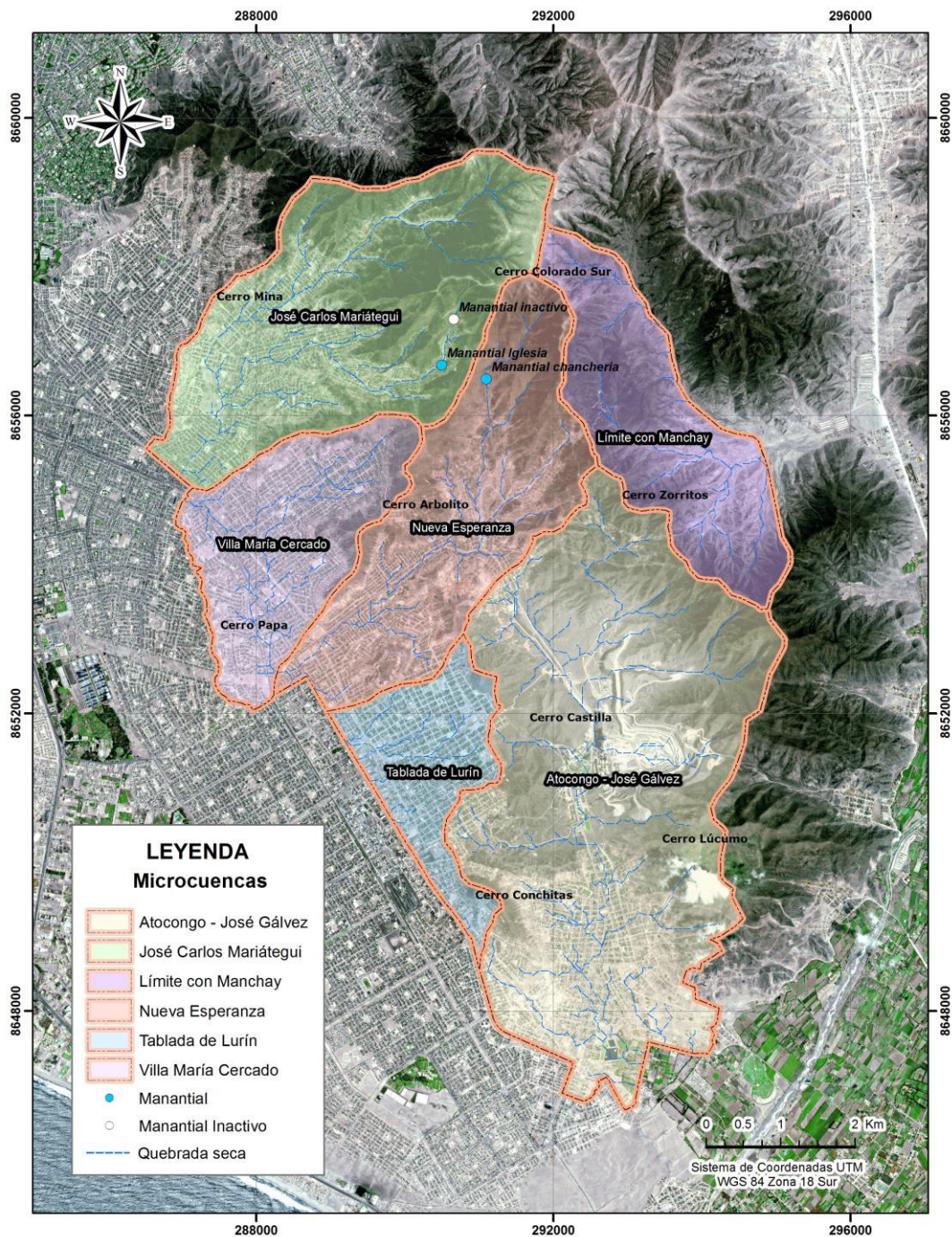
**Foto 9. Antiguo manantial, actualmente sin flujo superficial debido a las acciones humanas**



Foto de los autores, 2014



Figura 17. Microcuencas del distrito de Villa María del Triunfo



Elaboración propia. Fuentes: IGN, INEI y SPOT 2002

### 2.4.3. Aspectos biológicos

#### 2.4.3.1. Flora

Las lomas poseen una vegetación especial, con aproximadamente 54 especies de flora única y endémica. La vegetación se desarrolla principalmente en las laderas

orientadas hacia el mar; entre las altitudes que van desde casi el nivel del mar hasta los 1000 msnm.

Para el área de estudio se han identificado especies de flora las cuales se muestran en el Cuadro 7.

**Cuadro 7. Especies de flora identificadas en las lomas de Villa María**

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
<b>Herbáceas</b>	<i>Alstroemeria lineatiflora</i>	Lirio de los incas
	<i>Alternanthera porrigens</i>	Moradilla
	<i>Alternanthera halimifolia</i>	Hierba blanca
	<i>Atriplex rotundifolia</i>	Orégano de loma
	<i>Chenopodium petiolare</i>	Quinua
	<i>Ismene amancaes</i>	Amancaes
	<i>Stenomesson coccineum</i>	Trompeta
	<i>Anthericum eccremorrhizum</i>	Varita de San José
	<i>Oziroe biflora</i>	Cebolleta
	<i>Acmella olaracea</i>	Flor de nieve
	<i>Erigeron leptorhizon</i>	Manzanilla silvestre
	<i>Galisonga parviflora</i>	Galinsoga
	<i>Philoglossa peruviana</i>	Margarita de lomas
	<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerraja
	<i>Villanova oppositifolia</i>	Villanova
	<i>Anredera diffusa</i>	Quita
	<i>Begonia geraniifolia</i>	Begonia de las rocas
	<i>Begonia octopetala</i>	Begonia
	<i>Cryptantha lomensis</i>	Criptanta
	<i>Heliotropium angiospermum</i>	Cola de alacrán
	<i>Heliotropium lanceolatum</i>	Hierba de alacrán
	<i>Calceolaria pinnata</i>	Zapatito de bebé
	<i>Commelina fasciculata</i>	Oreja de ratón
	<i>Erodium malacoides</i>	Agujilla
	<i>Trigidia pavonia</i>	Orquidea de lomas
	<i>Salvia paposana</i>	Salvia
	<i>Stachys arvensis</i>	Yasmi
	<i>Loasa nitida</i>	Ortiga
	<i>Nasa urens</i>	Ortiga negra
	<i>Fuertsimalva peruviana</i>	Malva
	<i>Calandrinia alba</i>	Calandrina
	<i>Fumaria capreolata</i>	Culantro
	<i>Verónica persica</i>	Verónica
	<i>Exodeconus prostatus</i>	Campanilla olorosa
	<i>Nicotiana paniculata</i>	Tabaco silvestre
	<i>Nolana hunifusa</i>	Nolana
	<i>Solanum montanum</i>	Papa silvestre



Familia	Nombre científico	Nombre común
	<i>Solanum multifidum</i>	Papita silvestre
	<i>Solanum peruvianum</i>	Tomate silvestre
	<i>Parietaria debilis</i>	Parietaria
	<i>Astrephia chaerophylloides</i>	Arvejilla
<b>Trepadoras</b>	<i>Sicyos baderoa</i>	Caigua silvestre
	<i>Jacquemontia unilateralis</i>	Campanilla de lomas
<b>Arbustivas</b>	<i>Ophryosporus pubescens</i>	Piqueria
	<i>Heliotropium arborescens</i>	Heliotropo
	<i>Croton alnifolius</i>	Croton
	<i>Hyptis sidifolia</i>	Chancua azul
	<i>Verbena litoralis</i>	Verbena
<b>Árbóreas</b>	<i>Vasconcellea candicans</i>	Mito o papaya silvestre
	<i>Caesalpinia spinosa</i>	Tara
	<i>Vaschellia macracantha</i>	Aromo
<b>Cactáceas</b>	<i>Armocetereus matucanensis</i>	Cardo
	<i>Cleistocactus acanthurus</i>	Cactus de flor roja
	<i>Haageocereus pseudomelanostele</i>	Rabo de zorro carmesí

Elaboración propia. Fuente: Guía de flora de las lomas costeras de Lima, Minag (2013a)

Foto 10. *Ismene amancaes*



Foto 11. *Sonchus oleraceus*



Foto 12. *Nasa urens*

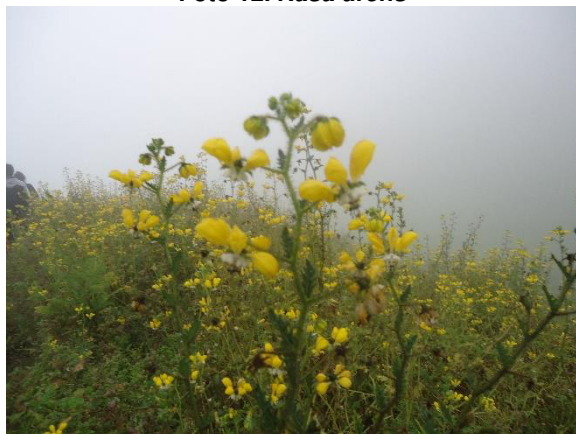


Foto 13. *Vasconcellea candicans*



Foto 14. *Sicyus baderoa*



Foto 15. *Nolana humifusa*



Foto de los autores, 2014-2015

#### 2.4.3.2. Fauna

Para el área de estudio se han identificado 19 especies de fauna, típicas de ciudad y también las especies propias del ecosistema de lomas, las cuales se detallan en el Cuadro 8.

**Cuadro 8. Especies de fauna identificadas en las lomas de Villa María**

Familia	Nombre científico	Nombre común
<b>Artrópodos</b>	<i>Hadruides lunatus</i>	Escorpión
	<i>Gryllus assimilis</i>	Saltamontes
<b>Moluscos</b>	<i>Succinea peruviana</i>	Caracol lomero
	<i>Helix aspersa</i>	Caracol de jardín
<b>Reptiles</b>	<i>Phyllodactylus lepidopygus</i>	Lagartija
	<i>Bothrops pictus</i>	Jergón de costa
<b>Aves</b>	<i>Xenospingus concolor</i>	Fringilo apizarrado
	<i>Geositta peruviana</i>	Pampero peruano
	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza
	<i>Nothoprocta pentlandii</i>	Perdiz serrana
	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho común
	<i>Amazilia amazilia</i>	Picaflor peruano
	<i>Thaumastura cora</i>	Picaflor de cora
	<i>Asthenes cactorum</i>	Canastero de los cactus
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Turtupilín
<b>Mamíferos</b>	<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago cola de ratón
	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común
	<i>Mus musculus</i>	Ratón común

Elaboración propia. Fuente: Roque, 2012.



**Foto 16. *Phyllodactylus lepidopygus***



**Foto 17. *Helix aspersa***



Foto de los autores, 2014-2015

#### **2.4.4. Aspectos socioeconómicos**

##### **2.4.4.1. Historia**

Según el historiador Chipana (2009), la ocupación de las lomas de Villa María del Triunfo se remonta a tiempos prehispánicos y coloniales, estas lomas han sido ocupadas en forma temporal y permanente en distintos momentos de su historia, estando muchos períodos aún sin investigar.

##### **Período Prehispánico**

La presencia temprana de poblaciones prehistóricas en el distrito tiene que ver directamente con el aprovechamiento estacional de los recursos de las lomas costeras. La ocupación del hombre en condición de cazador y recolector semi nómada se realizó entre los años 7600 a 2700 aC, correspondiente al período Precerámico. Excavaciones del arqueólogo Salcedo (1997), manifiestan la presencia de campamentos estacionales y que se aprovechaba la riqueza geológica en la extracción y tallado de rocas andesitas, hematitas, calcedonia y cuarzo en las lomas.

Posteriormente, se conoce hasta tres ocupaciones más: Período Inicial (aproximadamente 900 aC), Formativo Superior (aproximadamente 200 aC- 100 dC), y Período de Desarrollos Regionales (100 – 400 dC). Destaca estos dos últimos períodos ya que en esa época se han encontrado cementerios de tumbas múltiples subterráneas correspondientes a la zona arqueológica Tablada de Lurín (Foto 18).

Asimismo, cercano a esta zona arqueológica Tablada de Lurín, se han encontrado yacimientos de cobre, probablemente utilizados por los antiguos pobladores.

**Foto 18. Zona Arqueológica Tablada de Lurín**



Fuente: Captura de Canal N, 2015

### **Período Colonial**

Después de la conquista, las lomas de Villa María del Triunfo atravesaron un brusco cambio estructural. Se establecieron en las lomas de Villa María del Triunfo comunidades de pastores en forma temporal y permanente. Las comunidades permanentes se encontraban ubicadas cerca a puquiales y se dedicaban a la agricultura y ganadería; mientras los temporales se asentaban en distintos espacios, y pudieron venir de lugares muy distantes para permanecer tan solo durante los meses de mayo a octubre. Cabe resaltar, que durante esta época se talaron los árboles de las lomas para ser utilizados como leña (Chipana, 2009).

### **Período Republicano**

Después de la independencia nacional se inicia un mayor conocimiento de las riquezas naturales. Las exploraciones mineras se iniciaron con los descubrimientos de Antonio Raimondi, quien en 1862, descubrió yacimientos de diversas calidades de mármol negro, rojo, verde, amarillo, carbonato de cal, además de otros materiales arcillosos en el sector Atocongo de las lomas del distrito. Sin embargo, fue con la construcción de la línea férrea en 1912 que en esta alejada zona de la ciudad se pondrían en valor los yacimientos que antes eran difíciles de explotar, presentándose desde ese entonces muchos denuncios de yacimientos mineros no metálicos. De esta manera, llegó a instalarse diversas empresas en la zona de Atocongo, siendo la más



grande e importante de ellas la Compañía Peruana de Cementos Portland (Hoy Unacem SAA), y que estratégicamente fue absorbiendo a las empresas que estaban asentadas.

Por otro lado, la construcción de la línea férrea fomentó la actividad agrícola y ganadera en las lomas de Villa María del Triunfo (Sector Atocongo). Sin embargo, esta actividad llegó a su fin en el año de 1942 (Chipana, 2013).

### **Período Urbano**

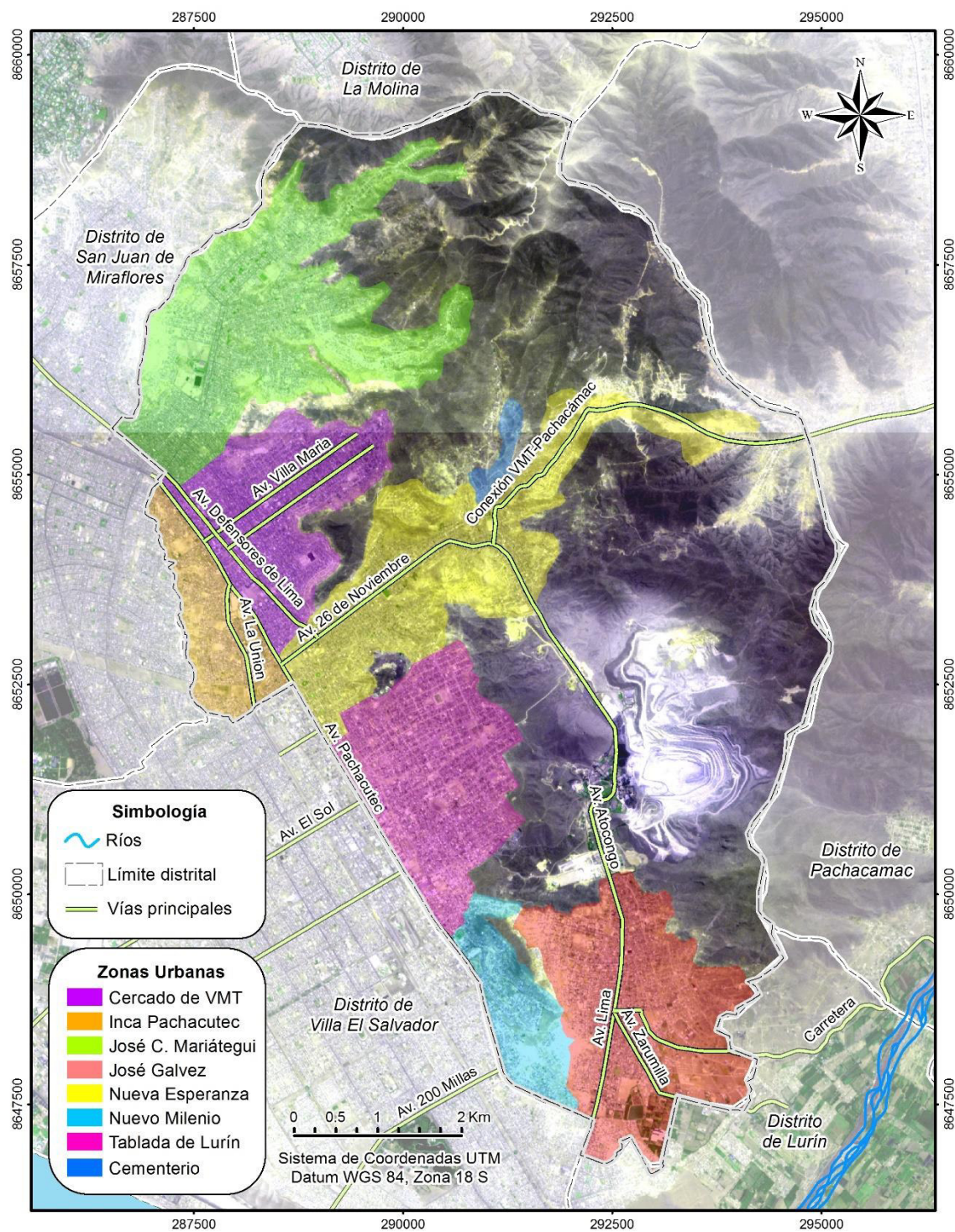
A partir de la década del cuarenta se establecen las primeras zonas urbanas en el distrito: José Gálvez (1943), Tablada de Lurín (1948), Nueva Esperanza (1950), Cercado (1952), Mariátegui (1960), Inca Pachacútec (1964). Un proceso que va de sur a norte, el cual dependía en un inicio de la ubicación de los sectores productivos: José Gálvez (Minería) y Tablada de Lurín (Agricultura). A partir de la década del cincuenta, el desarrollo urbano estuvo condicionado al crecimiento explosivo de Lima metropolitana (Chipana, 2009).

El 28 de diciembre de 1961, mediante la Ley 13796, se crea el distrito de Villa María del Triunfo.

A la actualidad, se han registrado una gran cantidad de invasiones en las laderas de las lomas costeras, e incluso en las zonas arqueológicas intangibles.

El distrito ha sido dividido en siete zonas: zona 1, José Carlos Mariátegui; zona 2, Cercado de VMT; zona 3, Inca Pachacutec; zona 4, Nueva Esperanza; zona 5, Tablada de Lurín; zona 6, José Gálvez; zona 7, Nuevo Milenio (Figura 18).

**Figura 18. Zonas urbanas del distrito de VMT**



Elaboración propia. Fuentes: Municipalidad de VMT, IGN, Rapid Eye

#### 2.4.4.2. Demografía

##### Población del distrito

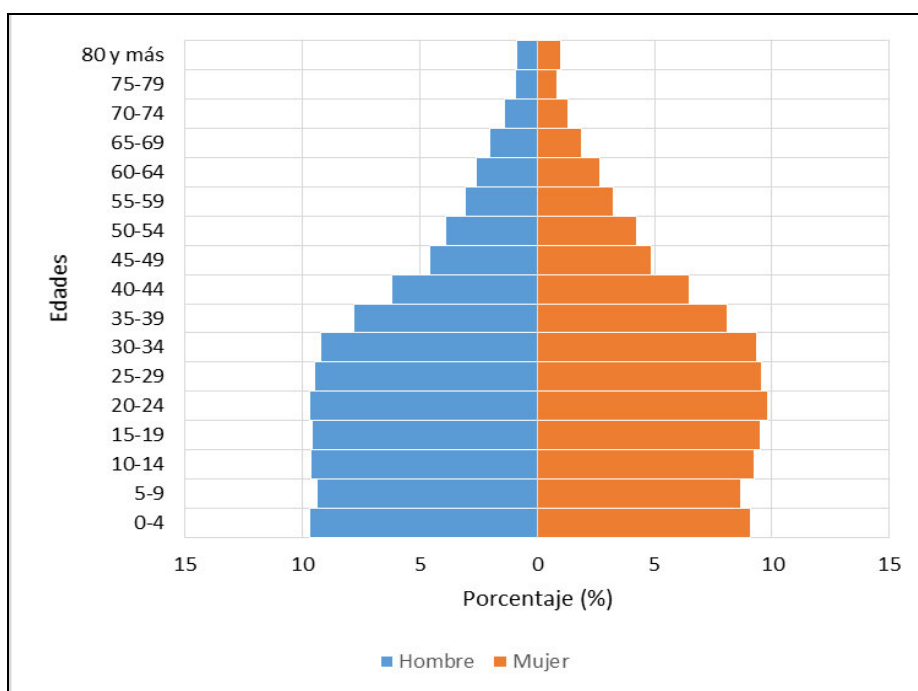
En términos totales la población del distrito descendió de 313 912 a 263 554 habitantes entre los años 1981 y 1993, debido a que antes del año 1983, Villa El Salvador y Villa María del Triunfo conformaban un solo distrito. En el censo de 2007 el distrito de Villa María del Triunfo pasa a tener una población de 378 470 habitantes, consolidándose de esta manera como el sexto distrito con mayor población a nivel departamental y el séptimo a nivel de Lima y Callao. En el Cuadro 9, se muestran los datos de los mencionados censos y en el Gráfico 2.

**Cuadro 9. Estructura demográfica de VMT 1981, 1993 y 2007**

Grupo Atareo	1981	%	1993	%	2007	%
0-14	143 542	45.7	86 558	32.8	105 308	27.8
15-19	33 304	10.6	31 087	11.8	36 147	9.6
20-34	77 038	24.5	77 357	29.4	108 094	28.6
35-64	54 683	17.4	60 664	23.0	109 308	28.9
64 a más	5345	1.7	7888	3.0	19 613	5.2
Total	313 912	100.0	263 554	100.0	378 470	100.0

Elaboración propia. Fuente: Censos INEI de 1981, 1993 y 2007.

**Gráfico 2. Pirámide poblacional – Censo de 2007**



Elaboración propia. Fuente: Censos INEI de 2007.

Al igual que en el nivel metropolitano la población de 0-14 años y de 15-19 años viene disminuyendo, y aumentando la de 35-64 años. La población de Villa María del Triunfo es predominantemente joven, tal como se muestra en el Gráfico 2, siendo personas en edad reproductiva y laboral y que, por lo tanto, constituyen una demanda de vivienda.

#### 2.4.4.3. Salud

La situación de salud en Villa María del Triunfo, es preocupante. Los índices de enfermedades diarreicas y las parasitosis en general, son elevados. A tal punto que los casos de diarreas en niños ocupan el segundo lugar de morbilidad (13 327 casos en 2005) y el séptimo en cuanto a mortalidad. En el distrito hay 26 establecimientos de salud (Minsa, 2015).

#### 2.4.4.4. Educación

El sector educativo está dividido en cuatro niveles de educación: inicial, primaria, secundaria, superior no universitaria y superior universitaria (Cuadro 10), de las cuales solo el nivel primario y secundario practican actividades de sensibilización en relación a las lomas costeras de la zona. Por otro lado, el nivel superior universitario participa en eventos ecológicos y en temas de investigación.

**Cuadro 10. Población según nivel de educación – Tasa de analfabetismo**

Nivel de educación	Hombre	Mujer	Total	Porcentaje (%)
Sin Nivel	9954	13 403	23 357	6.5
Educación Inicial	4950	4908	9858	2.8
Primaria	40 718	49 372	90 090	25.2
Secundaria	83 804	74 121	157 925	44.2
Superior No Univ. incompleta	12 164	12 184	24 348	6.8
Superior No Univ. completa	11 207	13 571	24 778	6.9
Superior Univ. incompleta	6422	5529	11 951	3.3
Superior Univ. completa	7166	8204	15 370	4.3
Total	176 385	181 292	357 677	100.0

Elaboración propia. Fuente: Censo 2007 – INEI

#### 2.4.4.5. Actividades económicas

Las principales actividades económicas que se desarrollan en el distrito son comercio por menor (19.3 %); industrias manufactureras (13.9 %); transporte, almacén y comunicaciones (11.8 %) y construcción (9.2 %). Tal como lo detalla el Cuadro 11, solo el 0.2 % se dedica a la explotación de minas y canteras.

**Cuadro 11. Actividades económicas del distrito de Villa María del Triunfo**

Actividad	Población	Porcentaje (%)
Comercio por menor	31 311	19.3
Industrias manufactureras	22 560	13.9
Transporte, almacén y comunicaciones	19 096	11.8
Construcción	14 951	9.2
Actividades inmobiliarias, empresas y alquileres	12 048	7.4
Hogares privados y servicios domésticos	10 674	6.6
Hoteles y restaurantes	9561	5.9
Actividad económica no especificada	9231	5.7
Enseñanza	7551	4.7
Otras actividades servicios comunicación social y personales	7092	4.4
Venta, mantenimiento y reparación vehículos automóviles y motocicletas	5416	3.3
Administración pública y defensa; programa seguro social afiliado	4147	2.6
Servicios sociales y de salud	3869	2.4
Comercio por mayor	2231	1.4
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	1017	0.6
Intermediación financiera	801	0.5
Suministro electricidad, gas y agua	358	0.2
Explotación de minas y canteras	357	0.2
Pesca	91	0.1
Organizaciones y órganos extraterritoriales	9	0.0
Total	162 371	100.0

Elaboración propia. Fuente: Censo 2007 – INEI

#### 2.4.4.6. Material predominante de las viviendas

La característica urbana que presenta el área de estudio es de una metrópolis en crecimiento desordenado con edificaciones que no cumplen normas estructurales; siendo el material de construcción más representativo el ladrillo o bloque de cemento



con un 73.3 % y el de menor uso (reciente) los materiales de madera que son el 20.6 % (Cuadro 12).

**Cuadro 12. Material predominante**

<b>Categorías</b>	<b>Casos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Ladrillo o Bloque de cemento	61 517	73.3
Adobe o tapia	1122	1.3
Madera	17 297	20.6
Quincha	97	0.1
Estera	1332	1.6
Piedra con barro	56	0.1
Piedra o Sillar con cal o cemento	103	0.1
Otro	2423	2.9
<b>Total</b>	<b>83 947</b>	<b>100.0</b>

Elaboración propia. Fuente: Censo 2007 – INEI

#### **2.4.5. Procesos de urbanización**

Ante las diversas conceptualizaciones, es necesario definir qué se entiende por ciudad y urbano. La ciudad es un asentamiento que concentra un tamaño importante de población con una alta densidad y constituye el centro político, económico y cultural en la organización de la sociedad. El término urbano se encuentra relacionado a la ciudad y es una contraposición a lo rural y el campo, donde los límites de lo urbano son complejos de definir. La definición de urbano varía en cada país y con el tiempo, siendo establecido por la clasificación de los organismos nacionales de estadística (UNFPA 2007: 6, UN-HABITAT 2002: 8, citado por Moschella, 2012). El criterio más común para definir las áreas urbanas, es a partir del tamaño de la población en una unidad administrativa.

Para efectos de la presente investigación, se emplea el concepto de manera amplia, y se define como proceso de urbanización al crecimiento concentrado de las edificaciones, predominantemente de uso residencial en el área de influencia de la expansión y consolidación de las ciudades.

##### **2.4.5.1. Contexto de la urbanización de la ciudad de Lima-Callao**

La metrópoli de Lima-Callao se ubica en la costa central del Perú y constituye el mayor centro poblado del país.

La ciudad metropolitana de Lima y Callao pasó por una explosión demográfica entre las décadas de 1960 y 1970, principalmente por la inmigración desde otras provincias del país. En las décadas posteriores, el ritmo de crecimiento se redujo pero aún muestra valores bastante altos (Cuadro 13).

**Cuadro 13. Población urbana en Lima y Callao (1981-2007)**

Población total en 1981*	4 604 014
Población urbana en 1993	6 321 173
Población urbana en 2007	8 472 935

\*La información del censo de 1981 no hace distinción entre población urbana y rural

Fuente: Moschella, 2012

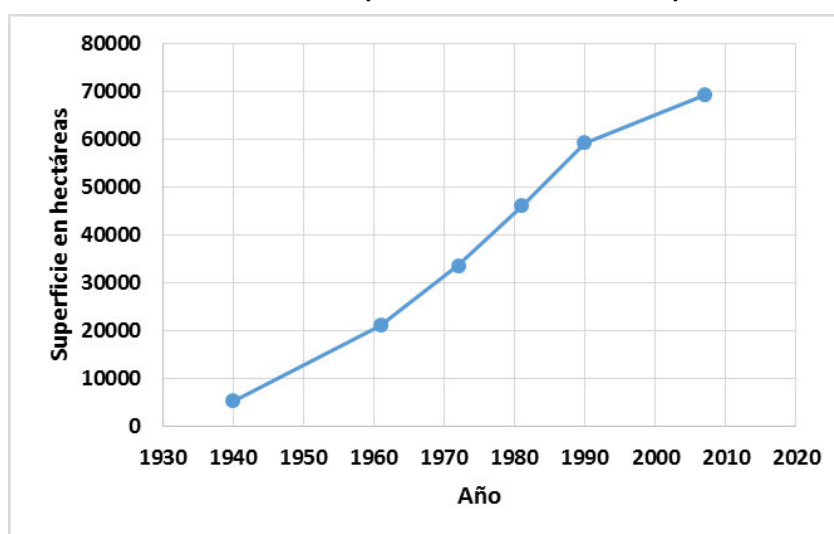
En cuanto a la expansión de la superficie urbana de la metrópoli, se ha presentado un crecimiento constante (Cuadro 14 y Gráfico 3). En 1940 el área urbana se estima en un poco más de 5000 hectáreas, expandiéndose hasta casi 70 000 hectáreas en el 2007.

**Cuadro 14. Superficie urbana de la metrópoli de Lima**

Año	Superficie (ha)	Variación %
1940	5395	-
1961	21 231	293.5
1972	33 717	58.8
1981	46 104	36.7
1990	59 342	28.7
2007	69 260	16.7

Fuente: Moschella, 2012

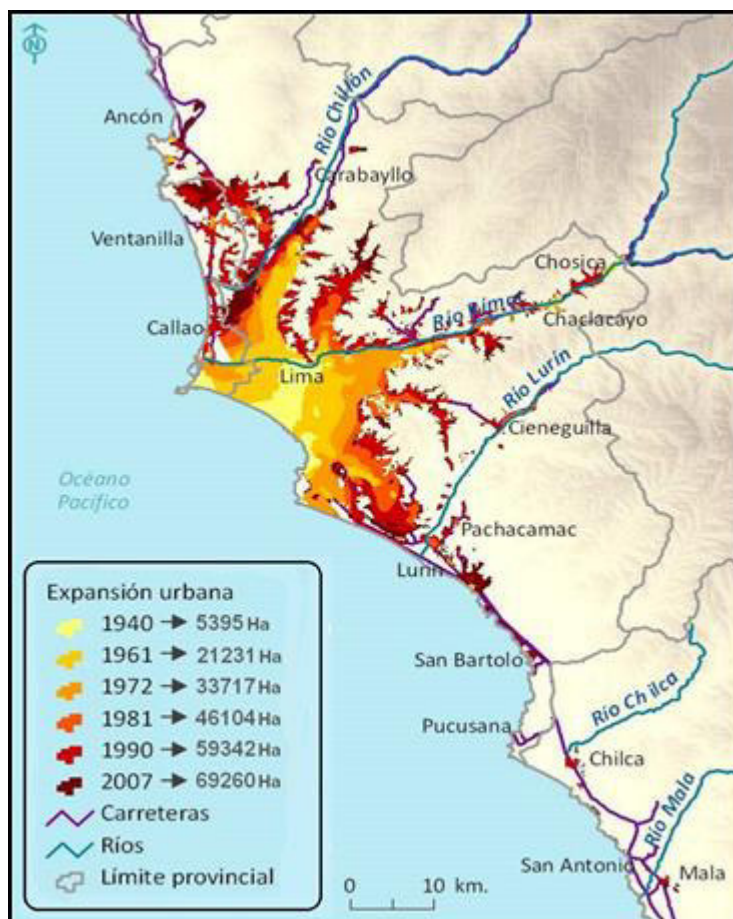
**Gráfico 3. Variación de la superficie urbana de la metrópoli de Lima**



Adaptado de Moschella, 2012

La forma cómo se plasma este crecimiento poblacional en el territorio puede ser vista en la Figura 19. Las nuevas áreas urbanas en el periodo de estudio aparecen como una ampliación alrededor de todo el límite de la ciudad.

**Figura 19. Expansión urbana en Lima y Callao**



Nota: No incluye el área de los balnearios del sur y la provincia de Cañete antes de 1990

Fuente: Moschella, 2012

Un análisis con mayor detalle de las características y relación entre crecimiento poblacional y expansión del área urbana en Lima y Callao a nivel distrital nos presenta la siguiente información. En el periodo de 1981 a 1993 el distrito de mayor crecimiento poblacional es San Juan de Lurigancho alcanzando una tasa promedio de más de 27 000 habitantes por año. Seguido por los distritos de Comas y San Juan de Miraflores con un crecimiento de cerca de 10 000 habitantes por año. En el periodo de 1993 a 2007, San Juan de Lurigancho se mantiene como distrito de mayor crecimiento poblacional, pero con una tasa ligeramente menor, de cerca de 23 000 habitantes por año. Seguido por Ate y San Martín de Porres alrededor de los 15 000 habitantes por año.



Al comparar los distritos de mayor crecimiento poblacional con los de mayor crecimiento del área urbana en cada periodo, se puede resaltar que no se mantiene estrictamente la proporción entre mayor crecimiento de la población y del área urbana.

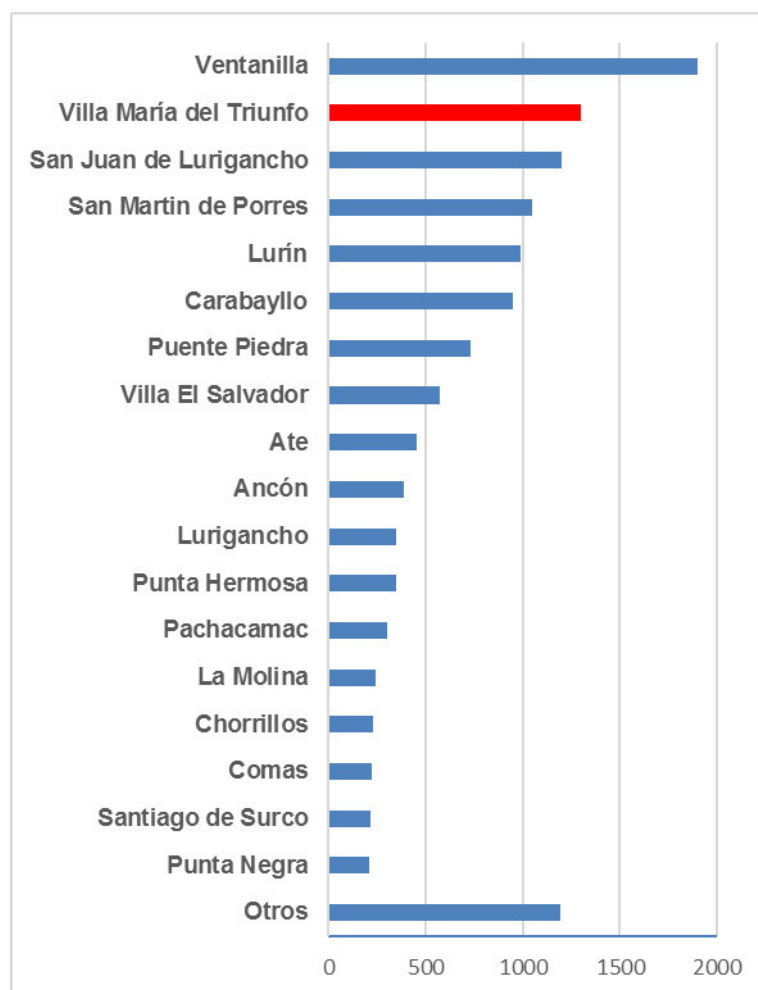
En el periodo de 1990 a 2007, se presentan los distritos de Ventanilla, Villa María del Triunfo, San Juan de Lurigancho y San Martín de Porres entre los de mayor crecimiento del área urbana (Cuadro 15 y Gráfico 4). Los cuales además presentan los niveles más altos de crecimiento poblacional.

**Cuadro 15. Expansión del área urbana en hectáreas de la metrópoli de Lima por distritos (1990-2007)**

<b>Distrito</b>	<b>Expansión del área urbana (ha)</b>
Ventanilla	1900
Villa María del Triunfo	1600
San Juan de Lurigancho	1200
San Martín de Porres	1050
Lurín	990
Carabayllo	950
Puente Piedra	730
Villa el Salvador	570
Ate	450
Ancón	390
Lurigancho	350
Punta Negra	345
Pachacámac	300
La Molina	240
Chorrillos	230
Comas	220
Santiago de Surco	215
Punta Negra	210
Otros	1190

Adaptado de Moschella, 2012

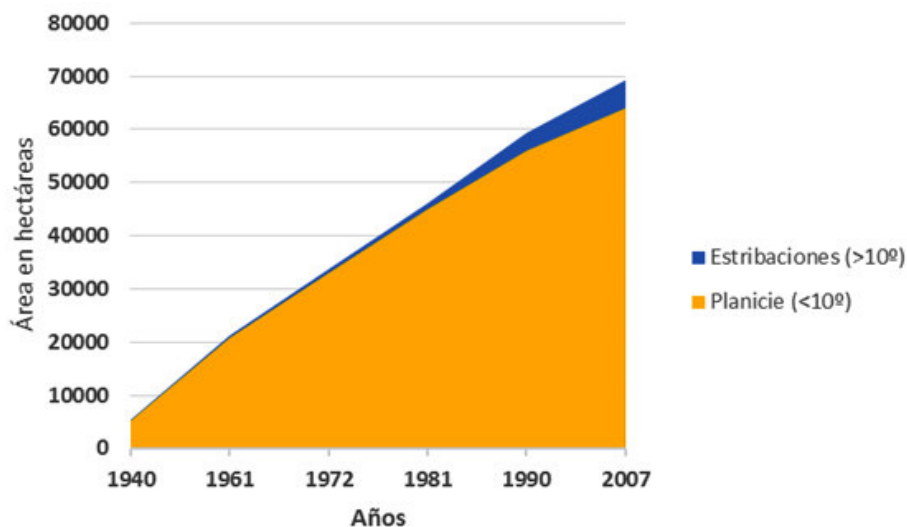
**Gráfico 4. Expansión del área urbana en hectáreas de la metrópoli de Lima por distritos (1990-2007)**



Adaptado de Moschella, 2012

También es de interés conocer el tipo de relieve sobre el cual se expande la ciudad, puesto que influye en la configuración del tejido urbano y a la vez puede convertirse en limitante para la expansión. Para este análisis, se diferencié el relieve según el grado de la pendiente en dos tipos: planicie ( $<10^\circ$ ) y estribaciones ( $>10^\circ$ ). En el Gráfico 5 se presenta que la ciudad ocupa en su gran mayoría zonas planas de menos de  $10^\circ$  de pendiente, pero conforme continúa la expansión la población se ha visto obligada a ocupar zonas con pendientes mayores. La ocupación de estribaciones en 1981 era el 2.5 % del área urbana; llegando al 8.2 % en el 2007, equivalente a más de 5000 hectáreas (Moschella, 2012).

**Gráfico 5. Ocupación urbana por tipo de relieve en Lima y Callao**



Adaptado de Moschella, 2012

Frente a este proceso de urbanización, es importante identificar la presencia de vegetación lo que a partir del análisis de la imagen satelital, se puede clasificar las siguientes zonas según el tipo de relieve y vegetación: estribaciones desérticas, planicie desértica, valle agrícola y humedal; estos últimos tres se ubican en planicies con pendiente baja.

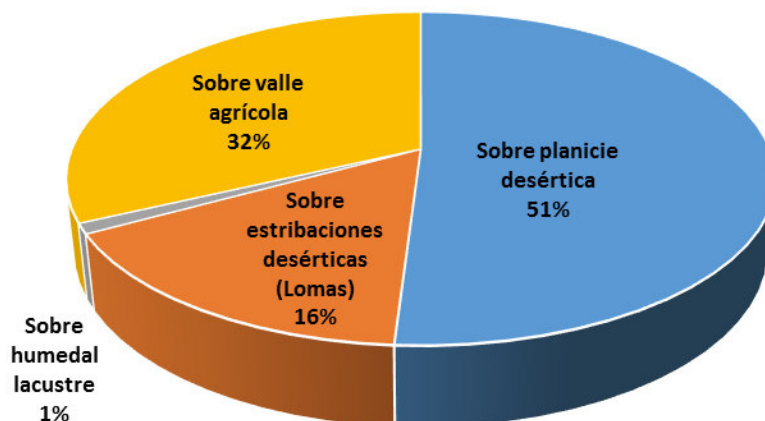
El Cuadro 16 y el Gráfico 6 muestran que el mayor crecimiento urbano se da sobre planicie desértica (51 %). En segundo lugar sobre valle agrícola (32 %), seguido por el crecimiento sobre estribaciones desérticas o lomas (16 %) y en muy baja proporción sobre los humedales lacustres (1 %).

**Cuadro 16. Expansión urbana entre 1990 y 2007 por tipo de relieve y vegetación en Lima y Callao**

Tipos de relieve y vegetación	Expansión urbana entre los años 1990 - 2007	
	Superficie (ha)	Porcentaje %
Sobre planicie desértica	6162	51
Sobre estribaciones desérticas (lomas)	1986	16
Sobre humedal lacustre	158	1
Sobre valle agrícola	3877	32

Adaptado de Moschella, 2012

**Gráfico 6. Expansión urbana por tipo de relieve y vegetación en Lima y Callao**



Fuente: Moschella Miloslavich, 2012

#### *2.4.5.2. Expansión urbana en el distrito de Villa María del Triunfo*

Según Chipana (2009), las tendencias de crecimiento de Villa María del Triunfo fueron de sur a norte, el cual se encuentra expuesto al propio proceso de urbanización. Hasta inicios de la década de 1960 existían seis núcleos urbanos que luego darían lugar a las zonas del distrito: José Carlos Mariátegui, Inca Pachacútec, Villa María del Triunfo Cercado, José Gálvez, Tablada de Lurín, Nueva Esperanza, las tres últimas directamente relacionadas a la actividad minera no metálica que realiza en Atocongo.

Entre las décadas de 1960-1980 aproximadamente, el distrito se expande sobre las zonas planas y bajas llegando, prácticamente, al piedemonte de las estribaciones andinas. A partir de la década de 1990 se inicia la ocupación de viviendas sobre estribaciones andinas, terrenos con pendientes mayores a 10 ° que los pobladores iniciales del distrito lo imaginaban inhabitables. Sin embargo, la necesidad, localización y contigüidad ha hecho que estas áreas con pendiente y altura también se ocupen.

Bajo estas condiciones, las tendencias de crecimiento pueden ser entendidas en términos poblacionales y geográficos. En cuanto a lo primero, continuarán las tendencias de densificación para atender a una demanda de vivienda que se sigue formando. Las áreas que reúnen centralidades serán las más propensas al crecimiento en altura (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2011).

En cuanto a la expansión física y geográfica se tiene con las zonas de pendientes que se ubican en las partes altas de las quebradas. Aunque en ocasiones podrían ser los

límites a la ocupación de los cerros, por ejemplo, el nivel de la cota de agua, a partir de la cual se requerirían costosas obras de ingeniería para proveer el servicio, o sino, el ángulo de inclinación que dificultaría la edificación de una vivienda; lo cierto es que la población pobre a diario continúa escalando los cerros para asentar su vivienda. Dado que las autoridades gubernamentales de diferente nivel avalan este tipo de ocupación (mediante reconocimiento, entrega de títulos de propiedad, provisión de servicios, etcétera), en lugar de poner freno a estos procesos, las tendencias de crecimiento poblacional seguirán ubicándose en estas áreas de riesgo (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2011).

#### **2.4.6. Minería en lomas costeras**

##### *2.4.6.1. A nivel nacional*

El Perú es un país de antigua tradición minera; la cual, mantiene por su riqueza geológica, oferta de proveedores y un marco jurídico promotor de la inversión privada. Esto lo convierte en uno de los destinos más atractivos para la inversión minera en el mundo (MEM, s/f). Poseer esta riqueza geológica tiene su contraparte, pues ha ocasionado que en muchos de los frágiles ecosistemas de lomas, se desarrolle actividad minera metálica y no metálica, a gran y pequeña escala.

A la actualidad, no existe un inventario de minas o proyectos mineros ubicados en lomas; sin embargo, en base a revisión de instrumentos de gestión ambiental, se identificaron las principales minas y proyectos mineros emplazados en ecosistemas de lomas costeras; los cuales se muestran en el Cuadro 17.

**Cuadro 17. Principales minas y/o proyectos emplazados en ecosistemas de lomas costeras**

<b>Región / Provincia</b>	<b>Distrito(s)</b>	<b>Lomas</b>	<b>UEA / Proyecto</b>	<b>Componentes mineros principales</b>	<b>Mineral de extracción</b>
Lima / Lima	Carabaylo	Lomas de Carabaylo	UEA (Minera Carabaylo SA)	Canteras	Arcilla
Lima / Lima	Villa María del Triunfo	Lomas de Villa María del Triunfo / Atocongo	UEA Atocongo (Unacem SAA)	Tajos, canteras de puzolanas, depósitos de desmonte y planta industrial	Cemento
			UM Tres Marías (Minera Tres Estrellas SA)	Cantera	Agregados de construcción

Región / Provincia	Distrito(s)	Lomas	UEA / Proyecto	Componentes mineros principales	Mineral de extracción
Lima / Lima	Lurín / Pachacámac	Lomas del Manzano	UEA Cristina (Unacem SAA)	Tajos, canchas de caliza y depósitos de desmonte	Cemento
Lima / Cañete	Mala	Lomas de Mala	UM Raúl (Compañía Minera Condestable SA)	Tajos, bocaminas, depósitos de relaves y depósitos de desmonte	Polimetálico
Arequipa / Islay	Dean Valdivia / Cocachacra	Lomas de Mejía	Proyecto Minero Tía María (Southern Copper Corporation)	Tajos, pila de lixiviación, depósitos de desmonte, planta industrial de procesamiento	Cobre

Elaboración propia. Fuente: Unacem SAA, Minera Carabaylo SA, Minera Tres Estrellas SA, Compañía Minera Condestable SA, Southern Copper Corporation.

**Figura 20. Tipos de minas identificadas en lomas**



Elaboración propia. Fuente: Unacem SAA, Minera Carabaylo SA, Minera Tres Estrellas SA, Compañía Minera Condestable SA, Southern Copper Corporation.

#### 2.4.6.2. En el área de estudio

##### Concesiones mineras

En la actualidad el distrito de Villa María del Triunfo está cubierta al 49.6 % (Cuadro 18) por derechos mineros titulados con cuatro titulares (Unión Andina de Cementos SAA, Minera Adelaida SA, Minera Tres Estrellas SA y Ricardo Javier Barreno Ruiz). La gran mayoría de las concesiones pertenecen a Unión Andina de Cementos SAA, además existen más de 2110.7 ha con concesiones superpuestas de las empresas Minera Adelaida SAA y Unión Andina de Cementos SAA debido a que son concesiones de diferente naturaleza (a la primera le pertenecen concesiones para mineral metálico y para la segunda, no metálico).

**Cuadro 18. Derechos mineros en el distrito de Villa María del Triunfo al 2014**

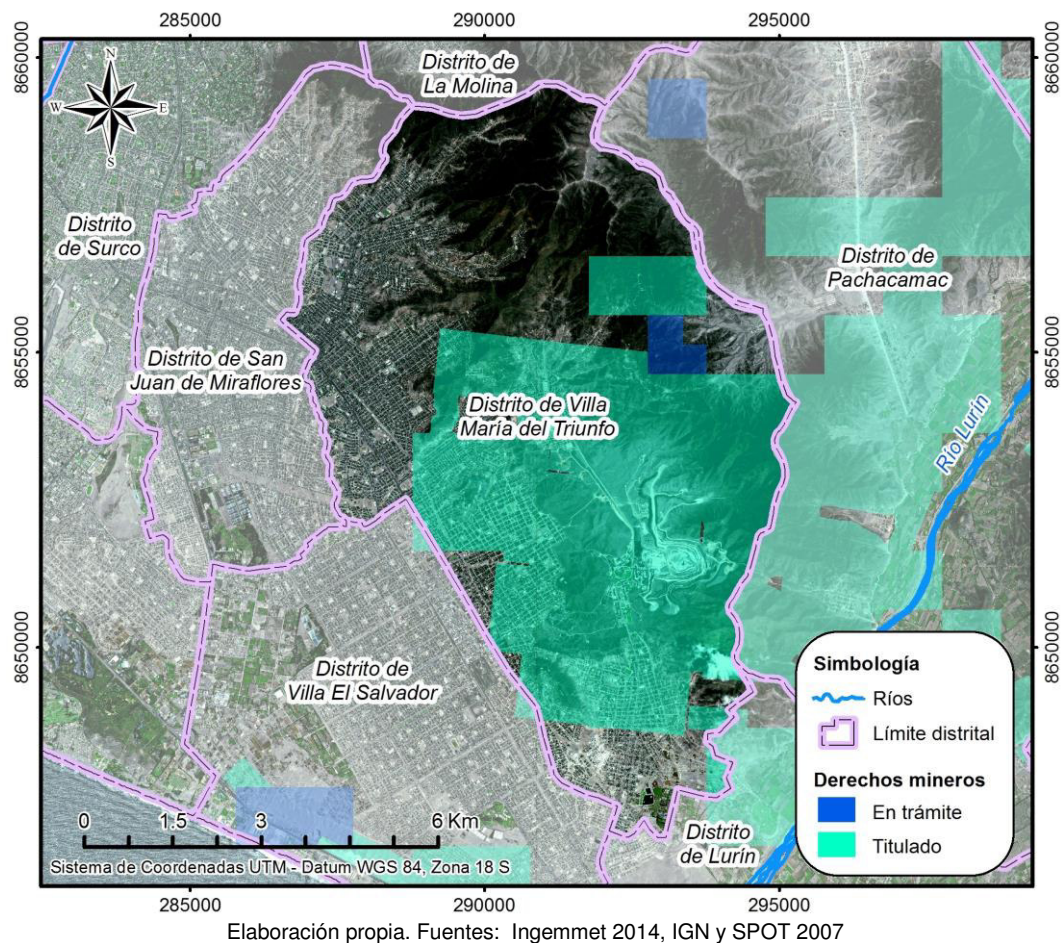
Tipo	n.º de derechos	n.º de titulares	Área incluyendo superposiciones	Área de derechos superpuestos	Área que ocupan del distrito
Derechos mineros titulados	32	4	5416.4 ha	2110.7 ha	3305.7 ha (49.6 %)
Derechos mineros en trámite	1	1	80.0 ha	0.0 ha	80.0 ha (1.2 %)

Elaboración propia. Fuente: Catastro minero al 26/12/2014 – INGEMMET (s/f)

En la Figura 20 se presenta la ubicación de los derechos mineros en el distrito, donde las concesiones se ubican generalmente en el sur del distrito (Sector Atocongo y Tablada de Lurín), las cuales se sobreponen a zonas urbanas y estribaciones andinas.



**Figura 21. Concesiones mineras en el distrito de Villa María del Triunfo**



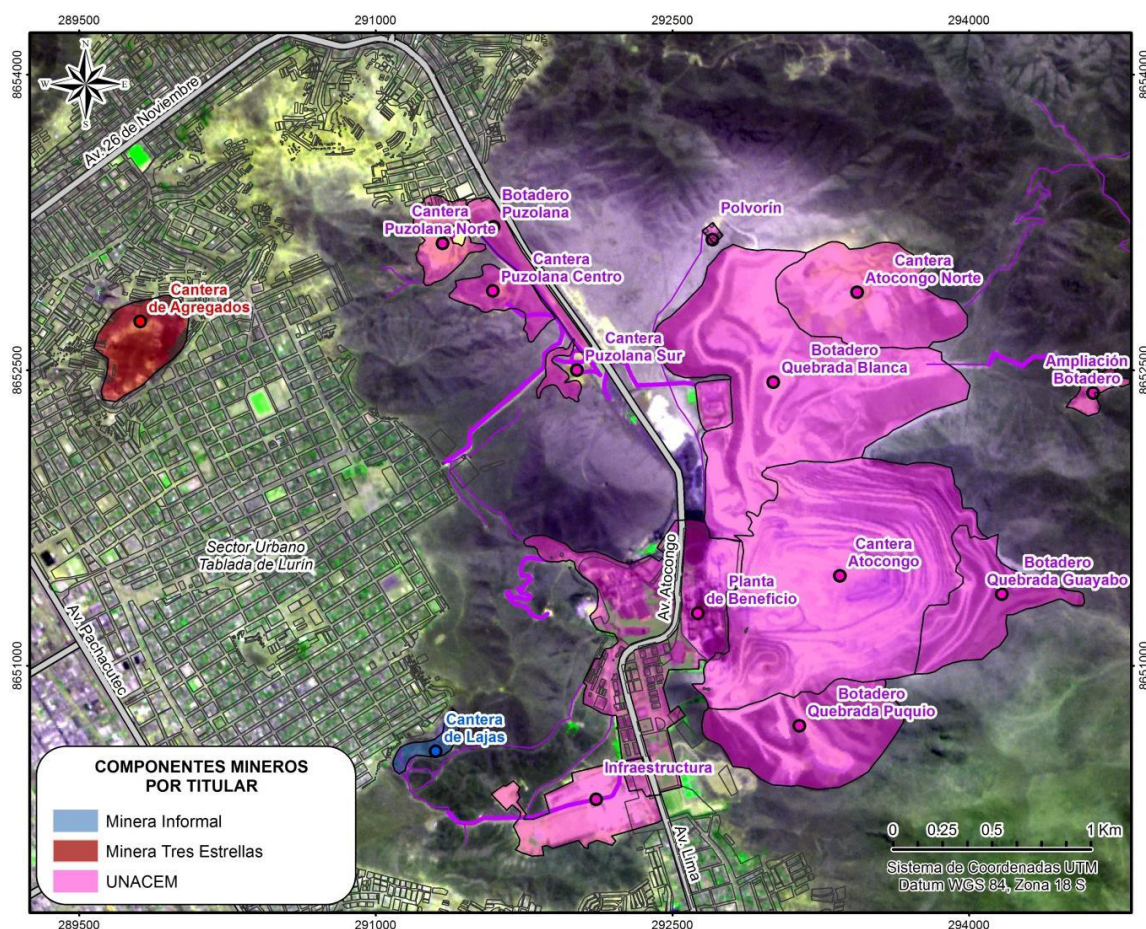
### Actividades extractivas en la actualidad

En el distrito de Villa María del Triunfo, existen tres unidades operativas de extracción de recursos minerales no metálicos, las cuales se muestran en la Figura 22.

- Unidad Económica Administrativa Atocongo –Unacem SAA
- Unidad Minera Cerro Tres Marías – Minera Tres Estrellas SAA
- Unidad Minera Informal



**Figura 22. Componentes mineros en el distrito de Villa María del Triunfo**



Elaboración propia. Fuente: Cementos Lima SA 2012, Unacem SAA 2014, RapidEye 2010

#### *Unidad Económica Administrativa Atocono – Unacem S. A. A.*

Unacem viene operando el área de Canteras Atocono desde el año 1916, bajo la razón social de Compañía Peruana de Cemento Portland. Su fábrica, denominada Maravillas, ubicada en Barrios Altos, fue la primera planta de producción de cemento del Perú y utilizaba la caliza que era transportada desde las canteras de Atocono (Foto 13).

En 1964, la planta Maravillas es cerrada, anunciándose para el 28 de diciembre de 1967 el cambio de razón social de Compañía Peruana de Cemento Portland SA a Cementos Lima SAA. En el año 1970, se inauguró la planta industrial Atocono, actualmente operativa.

Durante dichos años, Cementos Lima mantuvo un continuo proceso de modernización mediante la adquisición de nuevos equipos, inversiones y otras actividades, entre ellas

la construcción de un nuevo horno moderno con una capacidad de 7500 t/día de Clinker, lo que le permitió triplicar entre los años 1998 y 1999 la capacidad de producción a 3 600 000 t/año de Clinker y 4 500 000 t/año de cemento.

En 2010, Cementos Lima SAA y Cemento Andino SAA se fusionaron para crear Unión Andina de Cementos SAA – Unacem SAA.

Las materias primas utilizadas para la producción de cemento son caliza, arena y yeso, ente otros insumos. La explotación en las canteras Atocongo se realiza de acuerdo a las actividades propias de minería no metálica a cielo abierto, considerando técnicas de corte y derrumbe. Las actividades que se desarrollan son: minado, perforación, voladura, carguío y transporte de materiales. De esta cantera, se extrae caliza y puzolana y se estima una vida útil de 21 años, contados a partir del año 2014 hasta el año 2035. Las reservas de caliza de canteras Atocongo para el 2014 fueron de 966 961 676 t, y las reservas de puzolana son de 1 804 227 t (Unión Andina de Cementos SAA, 2014).

**Foto 19. Taludes de la cantera Atocongo**



Foto tomada por Tarrillo (Panoramio.com), s/f

El método de extracción y minado del tajo se realiza por el método de cielo abierto por medio de máquinas de perforación con sistemas de inyección de agua, realizando luego una voladura controlada para la extracción de caliza. Por otro lado, esta actividad no genera efluentes y tampoco algún tipo de agua de mina a lo largo de sus actividades de explotación (Cementos Lima SA, 2012).

La explotación de los tajos Puzolana (Norte, Centro y Sur), ubicada al noreste del tajo Atocongo, se efectúa de las necesidades y a los requerimientos de la planta de beneficio de Unacem. Para la explotación de puzolanas se utiliza el mismo método de extracción, con la diferencia que no requiere voladura en oportunidades, para la extracción de material se utiliza una retroexcavadora con martillo hidráulico.

Los desmontes generados en la operación de canteras Atocongo son transportados y dispuestos en los cuatro depósitos de desmonte denominados Quebrada Blanca, Puquio, Guayabo y Puzolanas (Foto 20).

**Foto 20. Vista del botadero Quebrada Puquio**



Foto tomada por Gerardo Lipe (Panoramio.com), julio 2008

Las actividades de procesamiento de minerales se realizan en la planta industrial ubicada al lado oeste de la cantera Atocongo (Foto 21).

Las instalaciones auxiliares relacionadas a la UEA Atocongo están conformadas por un polvorín, oficinas, campamento de la contratista, almacenes, talleres y accesos (Foto 22).



**Foto 21. Planta industrial de Atocongo**



Foto tomada por Tarrillo (Panoramio.com), s/f

**Foto 22. Oficina principal de Unacem**



Fuente: Google Street View, agosto 2014

Referente al plan de cierre de minas, Unacem realizará un cierre progresivo<sup>7</sup> mediante actividades de revegetación en el área del Botadero Quebrada Guayabo, para el período 2017-2022, dicho botadero ocupa una superficie de 25.92 ha, ubicadas en las laderas colinosas del cerro Lúcumo, entre 280 y 360 msnm, influenciada por los tipos de vegetación “área con vegetación muy escasa y disturbada” y “loma herbácea densa” (Cementos Lima SA, 2012).

<sup>7</sup>Según la Resolución Directoral n.º 130-2006-MEM-AAM, el cierre progresivo es el conjunto de actividades relacionadas con el cierre de componentes que cumplieron con su ciclo de vida útil, que pueden implementarse simultáneamente con las operaciones, las cuales comprenden componentes de la actividad extractiva o parte de ellos que dejan de ser útiles.

Asimismo, para el cierre final<sup>8</sup> se revegetarán las áreas de los componentes, tales como, canteras, botaderos y vías de acceso; ellos hacen una superficie de 466.08 ha, calculado sin contemplar las instalaciones auxiliares como oficinas, talleres y almacenes. Luego del cierre, estas áreas serán acondicionadas con el objeto de que reúnan las condiciones ecológicas adecuadas para el desarrollo de la vegetación que se instale. Además, menciona que preferentemente emplearán especies vegetales nativas, con el propósito de que puedan adecuarse a las condiciones del clima reinante (Cementos Lima SA, 2012).

El cierre definitivo de la UEA Atocongo estaría concluyendo en el año 2044. El cronograma de actividades de Unacem se detalla en el Cuadro 19.

**Cuadro 19. Cronograma de las actividades de la UEA Atocongo**

Año	1916	...	2014	2015	2016	...	2033	2034	2035	2036	...	2040	2041	2042	2043	2044
Operación Cantera Atocongo																
Operación Cantera Atocongo Norte																
Cierre																
Post – Cierre																

Elaboración propia. Fuente: Cementos Lima SA, 2012; Unacem SAA, 2014

### **Minera Tres Estrellas - Cantera Tres Marías**

Minera Tres Estrellas SA viene operando la cantera Tres Marías, la cual se encuentra en la concesión minera Tres Marías 2004. En la actualidad, esta empresa está en proceso de formalización, en el año 2012 presentó su Instrumento de Gestión Ambiental Correctivo (IGAC) a la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros del Ministerio de Energía y Minas<sup>9</sup>. El titular minero explota informalmente agregados de construcción para la obtención de piedra de zanja, piedra chancada y confitillo; mediante el método de explotación: laboreo a cielo abierto. El laboreo consiste en el desarrollo de bancos de 4 m de altura. Según el IGAC, se estima que tiene una vida útil de 30 años con una producción anual de 54 000 m<sup>3</sup>.

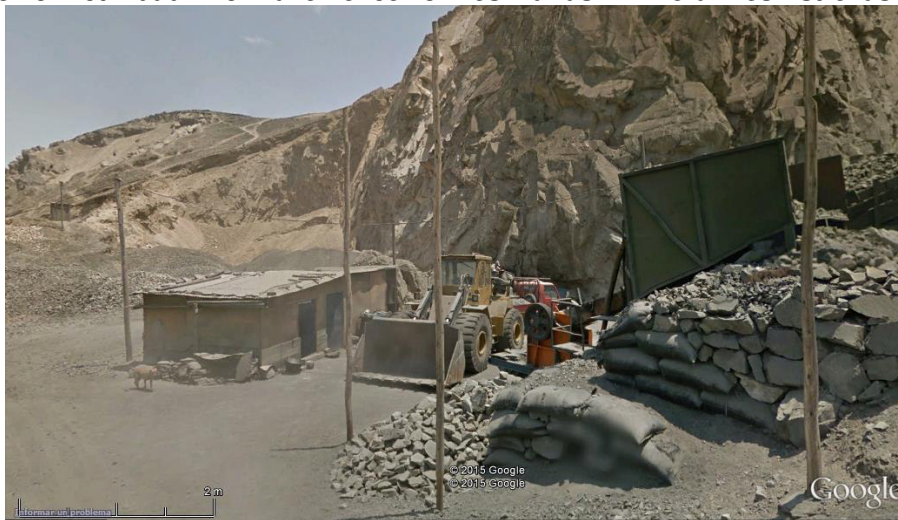
<sup>8</sup>Según la Ley 28090 – Ley que regula el cierre de minas, el cierre final consiste en actividades que se implementan al término del tiempo de vida útil de la mina, sobre componentes de la actividad minera o parte de ellos que hayan estado en operación, y que puedan seguir operando hasta que ya no sea económicamente rentable.

<sup>9</sup>Según el Sistema de Trámite Documentario del portal web del Ministerio de Energía y Minas. Hasta noviembre del 2014, fecha en que se realizó la consulta, el IGAC se encontraba en estado de evaluación.

Referente al plan de cierre de minas a nivel conceptual, Minera Tres Estrellas menciona en su IGAC que la superficie compactada será rastrillada para reducir la compactación, de tal manera que se reduzca la compactación y permita la infiltración del agua, a fin de favorecer la revegetación natural invernal de lomas que crece en la zona. Asimismo, se estima que las etapas de cierre y post cierre, tendrán una duración de 4 y 2 años, respectivamente.

Es importante mencionar que el 23 de enero de 2012, la Municipalidad Distrital de Villa María del Triunfo clausuró la empresa debido a un derrumbe en el cerro Tres Marías (Municipalidad Distrital de Villa María del Triunfo, 2012).

**Foto 23. Actividad Informal en el cerro Tres Marías – Minera Tres Estrellas SAA**



Fuente: Google Street View, marzo 2014

**Foto 24. Pila de piedra chancada**



Fuente: Minera Tres Estrellas SA, s/f



## **Minería Cantera de Lajas**

Se ubica en la antigua zona de Tablada de Lurín, en el tramo final de la av. Atahualpa, cerca de la cima del cerro, en donde hay una tranquera, la cual da acceso a una zona de viviendas, y oculta entre estas, se encuentran los talleres artesanales de extracción de piedras lajas. Estos artesanos extraen el material de las laderas del cerro, utilizando herramientas como máquinas moladoras, picos, martillos y cinceles, para poder facilitar la extracción. Los materiales extraídos son trasladados a los talleres en carretillas o vehículos motorizados menores, según la cantidad de material. En los talleres, este material es sometido a máquinas circulares con discos diamantados; formando polígonos como cuadriláteros, rombos, etc. Luego son afinados con esmeriles dándole forma y acabado para su posterior comercialización (Fotos 25, 26 y 27).

Este negocio artesanal no se encuentra en proceso de formalización ni en el registro de ninguna autoridad.

**Foto 25. Zona de acceso a la cantera y los talleres de actividad artesanal en lajas**



Foto de los autores, mayo 2015

**Foto 26. Antiguo punto de extracción de lajas (hace 20 años aproximadamente)**



Foto de los autores, mayo 2015



**Foto 27. Actual zona de extracción de lajas**



Foto de los autores, mayo 2015

#### **2.4.7. Acciones de conservación y aprovechamiento sostenible**

##### **2.4.7.1. A nivel de gestión distrital**

###### **Ordenanza 015-97**

A través de esta ordenanza la Municipalidad Distrital de Villa María del Triunfo en el año 1997, se declara intangible las laderas y cumbres libres de uso del distrito.

###### **Ordenanza 228-99**

A través de esta ordenanza la Municipalidad Distrital de Villa María del Triunfo en el año 1999 se establece que las lomas costeras no pueden ser objeto de uso o disposición distinta a los fines propios de su naturaleza y que ninguna entidad del Estado puede alterar su condición, ni darlo en concesión.

###### **Proyecto SNIP 125246**

El gobierno local de Villa María del Triunfo en el año 2009 propone el mejoramiento del circuito ecoturístico en las lomas de Villa María, adyacente al AH Edén de Manantial en zona de José Carlos Mariátegui del distrito Villa María del Triunfo.

#### *2.4.7.2. A nivel de gestión metropolitana*

### **Agenda Ambiental Metropolitana**

En el objetivo específico 2.3: “Poner en valor los ecosistemas urbanos, e integrarlos a la ciudad”; presenta como una de sus acciones estratégicas, mapear y caracterizar los ecosistemas para su protección normativa y son las siguientes:

- Estudio de caracterización de ecosistemas (lomas, humedales, franjas ribereñas, valles).
- Elaborar ordenanza de protección y puesta en valor de ecosistemas estratégicos.
- Preparar expediente y gestionar la declaración de áreas de reserva a las lomas metropolitanas.
- Elaborar dos perfiles de proyectos de lomas.

### **Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano – PLAM 2035**

Dentro del marco estratégico para el desarrollo urbano en Lima; se establecen una serie de propuestas o sistemas territoriales, en función de la visión, los ejes estratégicos y las políticas de desarrollo.

Para el ordenamiento territorial a nivel macro regional se tienen los siguientes planteamientos:

- Gestión integral de cuencas, lomas y litoral marino.
- Protección y recuperación del patrimonio natural (ríos, lomas y borde costero).
- Centro de documentación y promoción especializada en ciencias naturales y sociales relacionadas con el patrimonio natural y cultural del Cono Sur de Lima.
- Centro de capacitación de jóvenes guías y promotores ecológicos.

### **Programa metropolitano Lomas de Lima**

Tiene como objetivo la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y de la diversidad biológica que existe en las lomas de la Provincia de Lima.

La meta que se tuvo para el 2014 fueron los siguientes:

- La creación del Área de Conservación Regional de las Lomas Metropolitanas.
- La implementación de dos Parques Lomas.
- La activación de tres circuitos turísticos.

Los logros hasta el año 2012 fueron los siguientes:

- Un expediente técnico formulado para la creación del Área de Conservación Regional “Sistema de Lomas Metropolitanas”.
- Un anteproyecto de dos Parques Lomas en San Juan de Lurigancho y Villa María del Triunfo.
- Diseño de las dos rutas ecoturísticas para estas lomas y su forestación con especies nativas (tara).

#### *2.4.7.3. A nivel de organizaciones no gubernamentales*

##### **Asociación Comando Ecológico**

Es una organización de ecologistas sin fines de lucro que promueven la conservación de las lomas de Lima principalmente (Comando Ecológico, 2014). En Villa María del Triunfo se han realizado las siguientes actividades en el transcurso de los últimos años:

- Reforestación de las lomas de Villa María.
- Visitas guiadas para la promoción del ecoturismo.
- Talleres de educación ambiental en las comunidades aledañas a las Lomas de VMT.

##### **ONG Asociación de Líderes de Educación Verde - ALEV**

ALEV es una organización que contribuye a la mejora de la calidad de vida del poblador mediante la promoción de acciones eficaces de concientización en la importancia del cuidado del ambiente (ONG ALEV, 2014). A continuación se mencionan las estrategias relacionadas a los trabajos para la conservación de ecosistemas frágiles como las lomas de Villa María del Triunfo.

- Promover la investigación y el conocimiento de la biodiversidad así como de los impactos que conlleva su inadecuado manejo.
- Promover la participación activa de la población frente a la solución de los problemas ambientales que aqueja a cada realidad de la comunidad.
- Implementar programas y proyectos integrales en coordinación con las municipalidades.

## **Proyecto Lomas**

Durante los años 2011 y 2012, Proyecto Lomas nació y empezó a dar sus primeros pasos, conformado por jóvenes que buscan contribuir a la gestión sostenible de las lomas de Lima, a través del diseño y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo social con enfoque multidisciplinario, en conjunto con la sociedad civil e instituciones públicas y privadas (Proyecto Lomas, 2014a).

## **Pacto Político de las Lomas de Lima**

Iniciativa de gestión del Proyecto Lomas. Constó en presentar un documento de compromiso a los candidatos a la Alcaldía de Lima Metropolitana en las Elecciones del 2014. Dicho documento describe los detalles del pacto, teniendo los siguientes ejes:

- Sobre el marco legal y político
- Sobre la gobernanza ambiental
- Sobre la conservación, protección y restauración
- Sobre la participación ciudadana
- Sobre la ciencia y tecnología
- Sobre la educación
- Sobre la inversión pública
- Sobre la dimensión cultural

Asimismo, como parte del pacto, plantearon asumir mayor transparencia en el cumplimiento de los compromisos del Pacto Político por las Lomas de Lima, incluyendo los avances correspondientes en informes, evaluaciones o rendiciones que se soliciten en el ejercicio de las funciones como autoridad regional (Proyecto Lomas, 2014b).

## **Asociación Loma Verde**

Loma Verde es una institución civil ambientalista sin fines de lucro, orientada al manejo integral sostenible del ambiente, desarrollando planes, programas y proyectos participativos (Loma Verde, 2014). Sus principales proyectos son los siguientes:

- La creación del Gran Parque Natural de Lima.
- Viveros de plantas nativas de lomas.
- Museo de restos arqueológicos e históricos de la zona.
- Centro de investigación y experimentación de especies nativas y demás recursos naturales renovables.

## **CAPÍTULO 3**

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

La investigación planteada es aplicada<sup>10</sup> y de nivel descriptivo<sup>11</sup>, se emplearon instrumentos cuantitativos y cualitativos para el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados, los cuales se detallan a continuación:

#### **3.1. Análisis multitemporal**

Para el primer y segundo objetivo específico, sobre la estimación de la cobertura vegetal de las lomas y el análisis de la variación de extensión de la cobertura vegetal de las lomas del distrito de Villa María del Triunfo frente a la expansión urbana y minera no metálica, se realizó un análisis e interpretación multitemporal de imágenes aeroespaciales para determinar la pérdida de cobertura vegetal y la evolución de la expansión urbana y minera. La información obtenida fue procesada e interpretada con herramientas de teledetección, y representada mediante el uso sistemas de información geográfica (SIG); además de apoyarse en la revisión bibliográfica y trabajo de campo a fin de establecer el umbral del Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés) de la cobertura vegetal de las lomas.

##### **3.1.1. Superficie urbanizada**

Para la identificación de las zonas urbanas se ensayaron diferentes opciones. La clasificación supervisada presentó limitaciones debido a la existencia de zonas urbanas con firmas espectrales muy diferentes entre sí y cercanas a los suelos

---

<sup>10</sup>Existen dos tipos de investigación: básica o científica y aplicada o tecnológica. Cuando se trata de una investigación donde se obtiene como resultado una ley, principio, teoría o un nuevo conocimiento entonces es básica, si se obtiene un producto o un resultado es aplicada (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 1998).

<sup>11</sup>Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. Desde el punto de vista científico es medir (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 1998).

desprovistos de vegetación; por lo que se optó emplear fotografías aéreas e imágenes satelitales de mayor resolución. La digitalización fue manual y se calcularon sus áreas correspondientes. Las fotografías aéreas empleadas se detallan en el Cuadro 20 y las imágenes satelitales en el Cuadro 21.

**Cuadro 20. Fotos aéreas utilizadas**

Fecha	Autor	Proyecto	N.º de fotografía
1986/11/28	IGN	Strip 73	2480
1986/11/28	IGN	Strip 73	2482

Elaboración propia

**Cuadro 21. Imágenes de satélite utilizadas**

Fecha	Satélite	Sensor	Resolución espacial
1998/02/15	Landsat	TM	30 m
2002/12/13	Spot 4	XS	20 m
2007/05/31	Spot	XS	2.5 m
2012/03/31	Rapideye	-	5 m
2014	Quickbird	-	1 m

Elaboración propia

### **3.1.2. Componentes mineros**

Para la identificación de los componentes mineros en el área de estudio, se realizó una inspección de campo por el distrito. Asimismo, se consultó el portal del Ministerio de Energía y Minas (MEM) para conocer el nombre de los titulares y verificar si contaban con instrumentos de gestión ambiental. Se tuvo acceso a los instrumentos de gestión ambiental de la empresa Unión Andina de Cementos SAA, cuyo material cartográfico referido a los componentes de la UEA Atocongo procedió a ser digitalizado, teniendo el apoyo de las fotografías aéreas e imágenes satelitales para corroborar la información de las canteras y depósitos de desmonte del área de estudio. De esta manera, se obtuvo el área efectiva de los componentes mineros de diversos años, se consignan las fuentes utilizadas en el Cuadro 22.

**Cuadro 22. Información cartográfica y espacial empleada en el análisis de la actividad minera**

Año	Fuente
1986	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fotos aéreas del IGN</li> <li>- Imágenes Landsat 5 TM del año 1986</li> </ul>
1998	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plano de componentes mineros del EIA de la ampliación de la cantera de Atocongo (1998)</li> <li>- Imagen Landsat 5 TM del año 1998</li> </ul>

Año	Fuente
2002	- Imagen Spot 4
2007	- Imagen Spot XS
2012	- Plano de componentes mineros actuales del PCM UEA Atocongo (2012) - Imágenes Rapideye del año 2012
2014	- Imágenes Quickbird del Google Earth

Elaboración propia

### 3.1.3. Cobertura vegetal

Se empleó imágenes satelitales multiespectrales de la zona de estudio correspondiente a los años 1986, 1998, 2002, 2010 y 2014, con el objeto de determinar la cobertura vegetal y su variación a través del tiempo, empleando como indicador al índice de vegetación, el cual es un cociente que permite discriminar masas vegetales a partir del peculiar comportamiento radiométrico de las cubiertas (Chuvieco, 1995).

En la selección de imágenes, se procuró obtener imágenes de la época húmeda con poca nubosidad para que pueda ser comparable con la situación de presencia de cobertura vegetal del ecosistema de lomas, ya que la presencia de la cobertura vegetal varía estacionalmente. Las características de las imágenes empleadas se detallan en el Cuadro 23.

**Cuadro 23. Imágenes de satélite utilizadas en la delimitación de la cobertura vegetal de las lomas**

Fecha	Satélite	Sensor	Resolución espacial
1986/10/28	Landsat 5	TM	30 m
1998/02/15	Landsat 5	TM	30 m
1998/05/06	Landsat 5	TM	30 m
2002/12/13	Spot 5	XS	20 m
2010/01/31	Landsat 5	TM	30 m
2014/10/17	Landsat 7	ETM	30 m

Elaboración propia

Para las imágenes de los satélites Landsat 5 y 7, se convirtió los niveles digitales a valores de reflectancia, luego se realizó la calibración en radiancia y se corrigió atmosféricamente con el método Dark Object Substract <sup>12</sup> mediante la extensión Semi

<sup>12</sup>El modelo Dark Object Substract, propuesto por Chávez (1988), postula que la bruma atmosférica incrementa los niveles digitales en áreas de las imágenes de agua limpia, profunda y calma, donde por las características



– Automatic Classification Plugin de la plataforma de código abierto QGIS, con el fin de eliminar los ruidos causados a la señal que llega al satélite luego de haber atravesado la atmósfera.

Para la identificación de la superficie con cobertura vegetal de lomas se calculó el Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada (NDVI) de cada imagen, cuya fórmula es la siguiente:

$$NDVI = \frac{\text{Banda Infrarrojo Cercano} - \text{Banda Rojo}}{\text{Banda Infrarrojo Cercano} + \text{Banda Rojo}}$$

El cálculo del NDVI de las imágenes utilizadas se realizó en los programas de sensoramiento remoto y sistemas de información geográfico ENVI 4.8 y QGIS 2.4; en los cuales se utilizaron las bandas mostradas en el Cuadro 24, correspondientes a la roja del espectro visible e infrarrojo cercano:

**Cuadro 24. Características de las bandas utilizadas en el cálculo del NDVI**

Satélite - Sensor	Color	n.º de Banda	Rango espectral
Landsat 5 - TM	Rojo	Banda 3	0.63 - 0.69 µm
	Infrarrojo cercano	Banda 4	0.76 - 0.90 µm
Landsat 7 - ETM	Rojo	Banda 3	0.63 - 0.69 µm
	Infrarrojo cercano	Banda 4	0.78 - 0.90 µm
Spot 5 - 2HRG	Rojo	Banda 3	0.61 - 0.68 µm
	Infrarrojo cercano	Banda 4	0.78 - 0.89 µm

Elaboración propia

A fin de corroborar la imagen satelital con los NDVI y determinar el umbral crítico, fue necesario realizar trabajo de campo. Una vez definido el umbral crítico, se generaron seis superficies de cobertura vegetal de las lomas, y de acuerdo a la presencia del ENSO (explicado en el ítem 2.2.1.5), se determinaron dos tipos de cobertura vegetal de lomas:

Las lomas al ser un ecosistema estacional, su extensión no es fija y varía de acuerdo a la presencia de humedad relativa y precipitación, y generalmente reverdece en los meses de junio a noviembre, tal como lo muestran las imágenes de octubre de los años 1986 y 2014.

---

físicas deben presentar reflectancia nula. El valor representativo de esa diferencia se sustrae, en cada banda, en todos los píxeles de la escena (Brizuela, Armando; Aguirre, César; Velasco, Inés, 2007).

- Normal.- Correspondiente a las temporadas con precipitación regular o con ENSO de intensidad no extraordinaria.
- Extraordinaria.- Aquella temporada en el que ocurre eventos del ENSO con intensidad extraordinaria, tal como el ocurrido en los años 1997-1998.

#### 3.1.3.1. Trabajo de campo

Las visitas de campo fueron realizadas principalmente entre los meses de mayo y noviembre del 2014. Se realizaron la toma de 33 puntos de control, en las cuales se registraron la ubicación geográfica y el azimut de la fotografía; con el fin de corroborar la imagen con los NDVI y determinar el umbral crítico. Para determinar el área visible de cada punto de observación se generaron cuencas visuales<sup>13</sup> mediante la plataforma ArcGIS. En el Anexo 1 se detallan las salidas de campo realizadas, y en la Figura 39 se muestra espacialmente los tracks y puntos de control del trabajo de campo realizado.

#### 3.1.3.2. Comparación con cartografías pre-existentes

La cartografía de la cobertura vegetal de lomas obtenida fue contrastada con mapas de delimitación y zonificación pre-existentes, empleando para ello técnicas SIG.

Las cartografías analizadas se presentan en el Cuadro 25.

**Cuadro 25. Cartografías pre-existentes analizadas**

Institución	Cartografía del instrumento / expediente
Ministerio de Agricultura y Riego	-Resolución Ministerial n.º 0274-2013-MINAGRI -Resolución Ministerial n.º 0401-2013-MINAGRI
Municipalidad Metropolitana de Lima	-Expediente técnico para establecimiento del área de conservación regional "Sistema de Lomas de Lima"
Municipalidad Metropolitana de Lima	-Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano de Lima y Callao al 2035

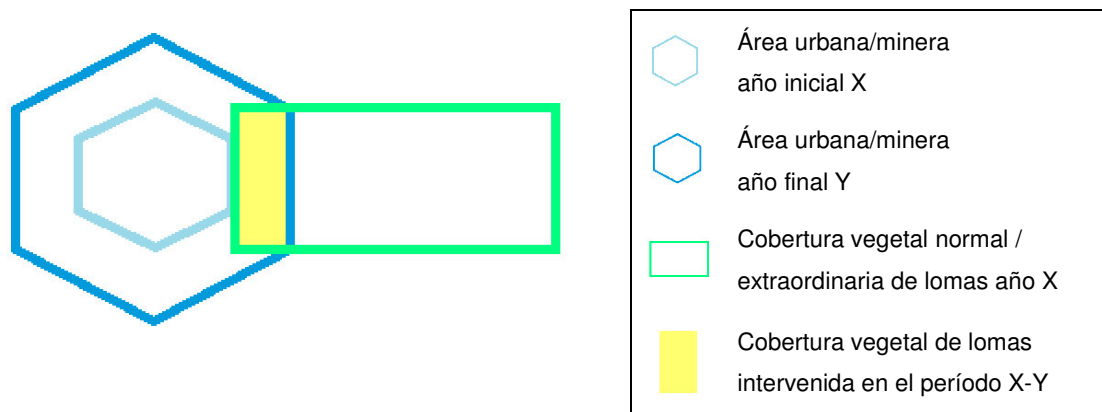
Elaboración propia

<sup>13</sup>Las plataformas SIG representan la cuenca visual correspondiente a un entorno territorial desde un punto dado, considerando únicamente el modelo digital del terreno sin tener en cuenta volumetrías complejas como edificaciones o vegetación, que puede estar presente en el área (Hernández, Seoane, Jaspe, & Taibo, 2008).

### 3.2. Determinación de la variación de la superficie de cobertura vegetal de las lomas

En la Figura 23 se esquematiza el procedimiento empleado para determinar la superficie de cobertura vegetal de lomas normal y/o extraordinaria intervenida por la expansión urbana y/o minera en un período determinado X - Y. Se determinaron regiones como resultado de la intersección del área urbana/minera con la cobertura vegetal, siendo la región amarilla el área intervenida de cobertura vegetal de lomas por la expansión urbana/minera en el período estudiado.

**Figura 23. Procedimiento empleado para determinar la superficie intervenida de cobertura vegetal de lomas por actividades antropogénicas en un período X-Y**



Elaboración propia

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se delimitó multitemporalmente durante el período 1986-2014 la expansión del casco urbano y de la actividad minera no metálica en el distrito de Villa María del Triunfo, con el fin de calcular la superficie de lomas que han cambiado de uso.

#### 4.1. Análisis multitemporal

##### 4.1.1. Expansión urbana en el distrito de Villa María del Triunfo

A partir del análisis de imágenes satelitales y fotografías aéreas se ha identificado y digitalizado la variación de la superficie del área de expansión urbana en el distrito de Villa María del Triunfo desde el año 1986 al 2014.

Los resultados de la evolución urbana de acuerdo al tipo de relieve (planicies o estribaciones) se presentan en el Cuadro 26 y Gráfico 7; los cuales muestran que la tendencia del área urbana es aumentar en el transcurso de los años y ocupar zonas de elevada pendiente ante la carencia de planicies libres de ocupación.

Hasta el año 2002 la población ocupó la mayor parte de las planicies del distrito, lo cual demuestra que a partir de dicha fecha hubo un crecimiento casi imperceptible. Sin embargo, las zonas urbanas sobre las estribaciones andinas presentan una tendencia creciente.

**Cuadro 26. Evolución del área de urbana por tipo de relieve (1986-2014)**

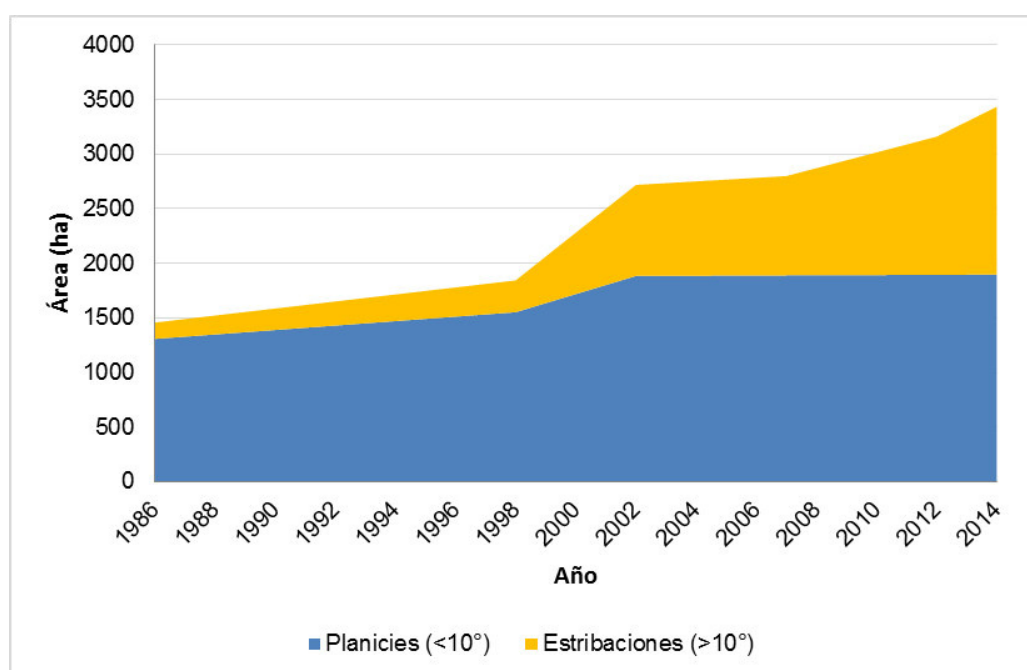
Año	Ocupación urbana por tipo de relieve		Área total
	Planicies (<10°)	Estribaciones (>10°)	
1986	1311.1 ha	150.0 ha	1461.1 ha
1998	1555.0 ha	291.7 ha	1846.7 ha

Año	Ocupación urbana por tipo de relieve		Área total
	Planicies (<10°)	Estribaciones (>10°)	
2002	1887.2 ha	835.9 ha	2723.1 ha
2007	1893.2 ha	910.2 ha	2803.4 ha
2012	1896.5 ha	1267.2 ha	3163.7 ha
2014	1899.2 ha	1538.1 ha	3437.3 ha

\*Incluye el cementerio Virgen de Lourdes

Elaboración propia

**Gráfico 7. Evolución de la superficie del área de expansión urbana por tipo de relieve en el distrito de Villa María del Triunfo 1986-2014**



Elaboración propia. Fuentes: Landsat, Spot, Rapideye, IGN.

Los resultados de la evolución urbana de acuerdo a la altitud se presentan en el Cuadro 27; en el cual se puede apreciar que hay una tendencia por ocupar las zonas de menor altitud. Hasta el año 1998, la población había ocupado 1846.7 ha en altitudes menores a 400 msnm. Desde dicho año en adelante, ante la carencia de espacios en zonas bajas, se empezaron a ocupar zonas más elevadas (superiores a 600 msnm) para la construcción de viviendas.

En el Gráfico 8, muestra que a partir del año 2002, el crecimiento de las zonas urbanas en las altitudes menores a 200 msnm es prácticamente nulo. Sin embargo, sí se aprecia un crecimiento notable en zonas de mayor elevación.

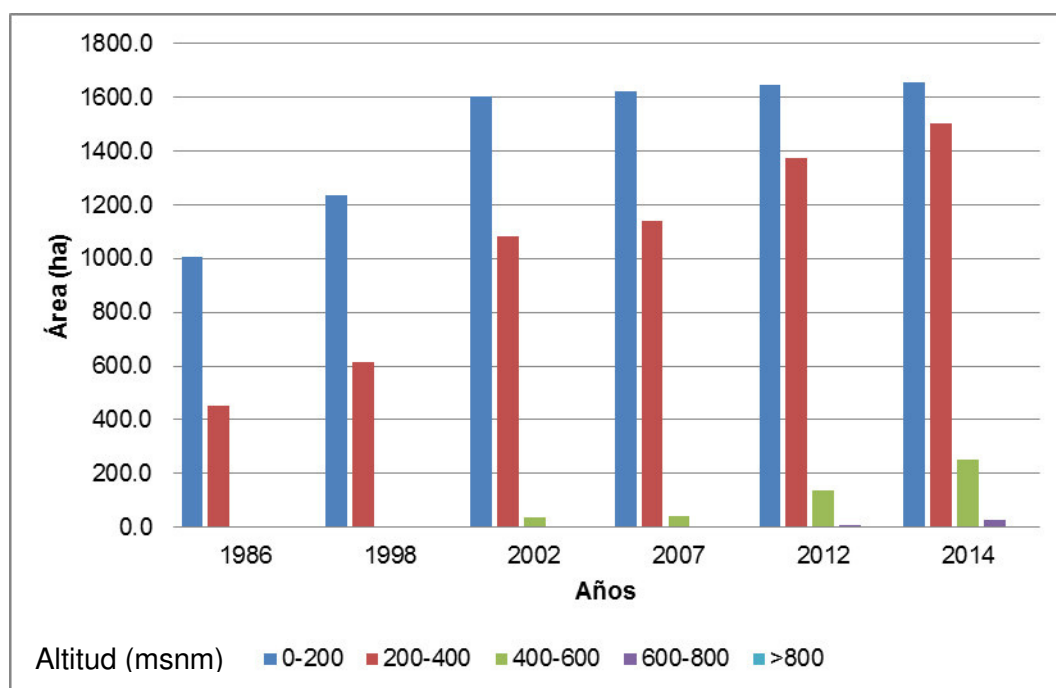
En el Anexo 2, se muestra espacialmente la evolución multitemporal del área urbana de acuerdo a la altitud en el período 1986-2014.

**Cuadro 27. Evolución del área de urbana por altitud (1986-2014)**

Año	Ocupación urbana por altitud (msnm)					Área total
	0-200	200-400	400-600	600-800	>800	
1986	1007.9 ha	453.2 ha	0.0 ha	0.0 ha	0.0 ha	1461.1 ha
1998	1233.6 ha	613.1 ha	0.0 ha	0.0 ha	0.0 ha	1846.7 ha
2002	1605.3 ha	1082.2 ha	35.6 ha	0.0 ha	0.0 ha	2723.1 ha
2007	1621.6 ha	1141.1 ha	40.7 ha	0.0 ha	0.0 ha	2803.4 ha
2012	1646.1 ha	1372.5 ha	138.7 ha	6.4 ha	0.0 ha	3163.7 ha
2014	1655.5 ha	1504.5 ha	249.7 ha	27.6 ha	0.0 ha	3437.3 ha

Elaboración propia. Fuentes: Landsat, Spot, Rapideye, IGN.

**Gráfico 8. Evolución de la superficie del área de expansión urbana por tipo de relieve en el distrito de Villa María del Triunfo 1986-2014**



Elaboración propia. Fuentes: Landsat, Spot, Rapideye, IGN.

La Figura 24 nos muestra la variación del área de expansión urbana en el distrito de Villa María, para el año 1986 ya había ocupado 1461.1 ha en las zonas planas y bajas del distrito. Pero en el año 1998 comenzó la ocupación de laderas de los cerros de las zonas próximas a las avenidas principales. Sin embargo, en los alrededores de la cementera (Atocongo) no hubo ocupaciones urbanas debido a que dicha cementera cuenta con muros que cumplen la función de barrera territorial frente a los procesos de ocupación urbana informal (Foto 28). Del año 2002 en adelante muchos de los cerros



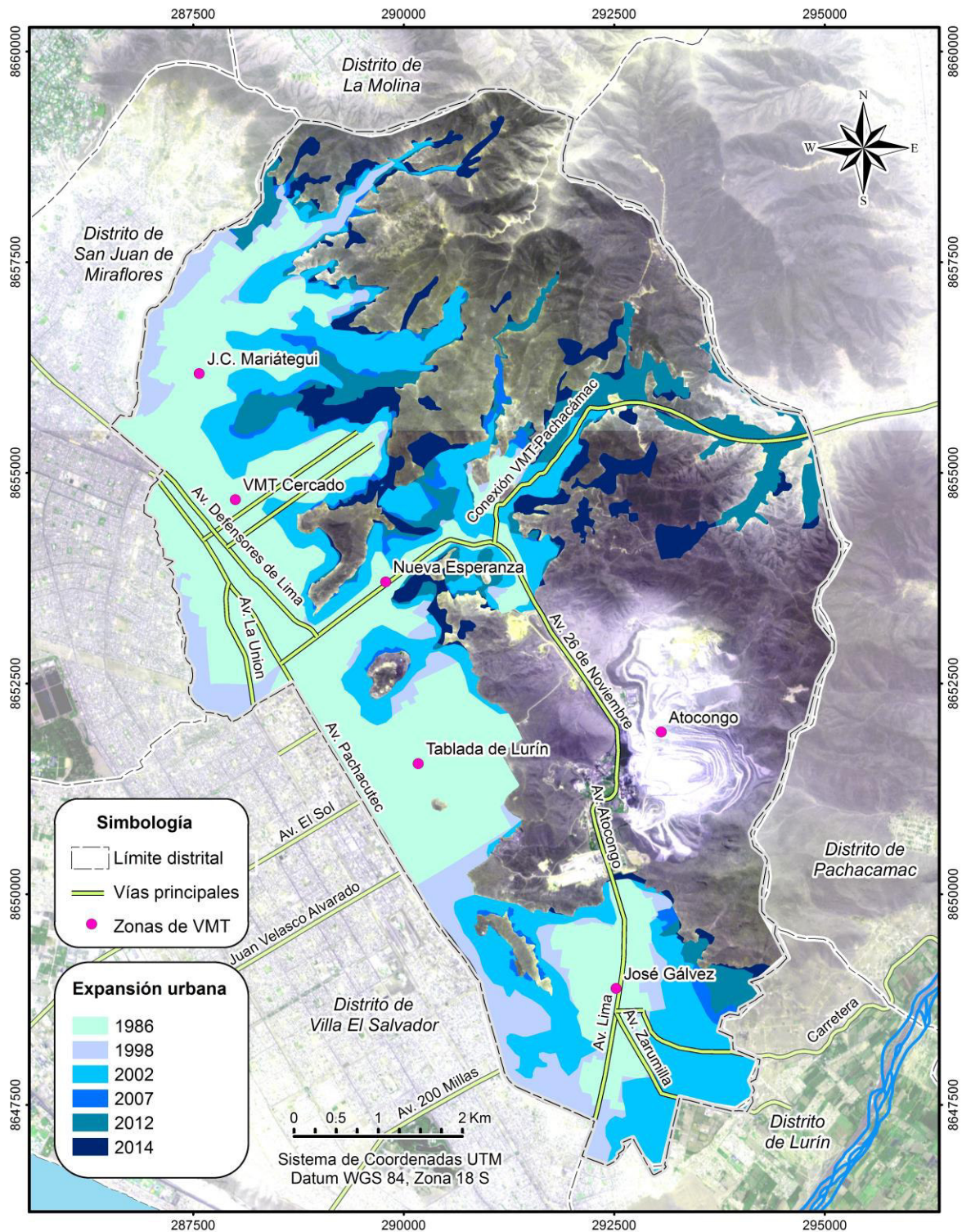
de Villa María del Triunfo fueron ocupados por asentamientos humanos y consecuentemente las lomas de Villa María también están viéndose afectadas por la pérdida de cobertura vegetal y hábitat para la flora y fauna.

**Foto 28. Muros de Unacem**



Elaboración propia. Fuentes: Landsat, Spot, Rapideye, IGN.

**Figura 24. Área de expansión urbana en el distrito de VMT 1986-2014**



Elaboración propia. Fuentes: Landsat, Spot, Rapideye, IGN

#### 4.1.2. Expansión minera en el distrito de Villa María del Triunfo

A a partir del análisis de imágenes satelitales, fotografías aéreas y planos de los instrumentos de gestión ambiental señalados en el Cuadro 22, se ha identificado y

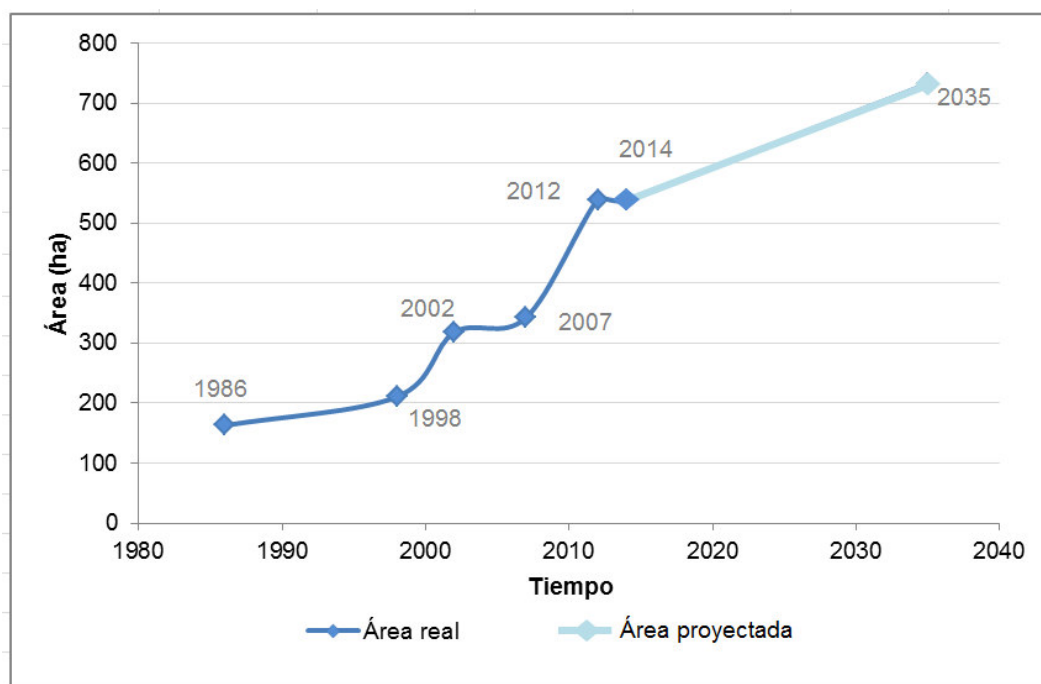
digitalizado la variación de la superficie del área efectiva (área intervenida) de las actividades mineras realizadas en las lomas. Los resultados se presentan en el Cuadro 28 Variación del área efectiva de la actividad minera y Gráfico 9. Es importante señalar que estos resultados toman en consideración los componentes operativos de las actividades que actualmente se desarrollan en el distrito (Unacem SAA, Minera Tres Estrellas SAA, y Minería artesanal informal de lajas de Tablada de Lurín), siendo casi la totalidad (97.3%) del área correspondiente a las actividades de Unacem.

**Cuadro 28. Variación del área efectiva de la actividad minera**

<b>Año</b>	<b>Área</b>	<b>Fuente</b>
1986	162.8 ha	- Fotos aéreas del IGN - Imágenes Landsat 5 TM del año 1986
1998	210.5 ha	- Plano de componentes mineros del EIA de la ampliación de la cantera Atocongo (1998) - Imagen Landsat 5 TM del año 1998
2002	318.0 ha	- Imagen Spot 4
2007	342.5 ha	- Imagen Spot XS
2012	539.1 ha	- Plano de componentes mineros actuales del Plan de cierre de minas UEA Atocongo (2012) - Imágenes Rapideye del año 2012
2014	539.1 ha	- Imágenes Quickbird del Google Earth
2035	732.2 ha	- Plano de componentes mineros de la Actualización y modificación del estudio de impacto ambiental de las canteras Atocongo de la UEA Atocongo (proyectado)

Elaboración propia

**Gráfico 9. Evolución del área directamente intervenida 1986-2014 y proyección al 2035 por la actividad minera en el distrito de Villa María del Triunfo**



Elaboración propia. Fuente: Landsat, Spot, Rapideye, Cementos Lima, Unacem

Para el año 1986, la cantera Atocongo y los botaderos Quebrada Puquio y Quebrada Guayabo de la empresa Unacem ya muestran un gran desarrollo; en el período 1986 al 2014 han seguido expandiéndose.

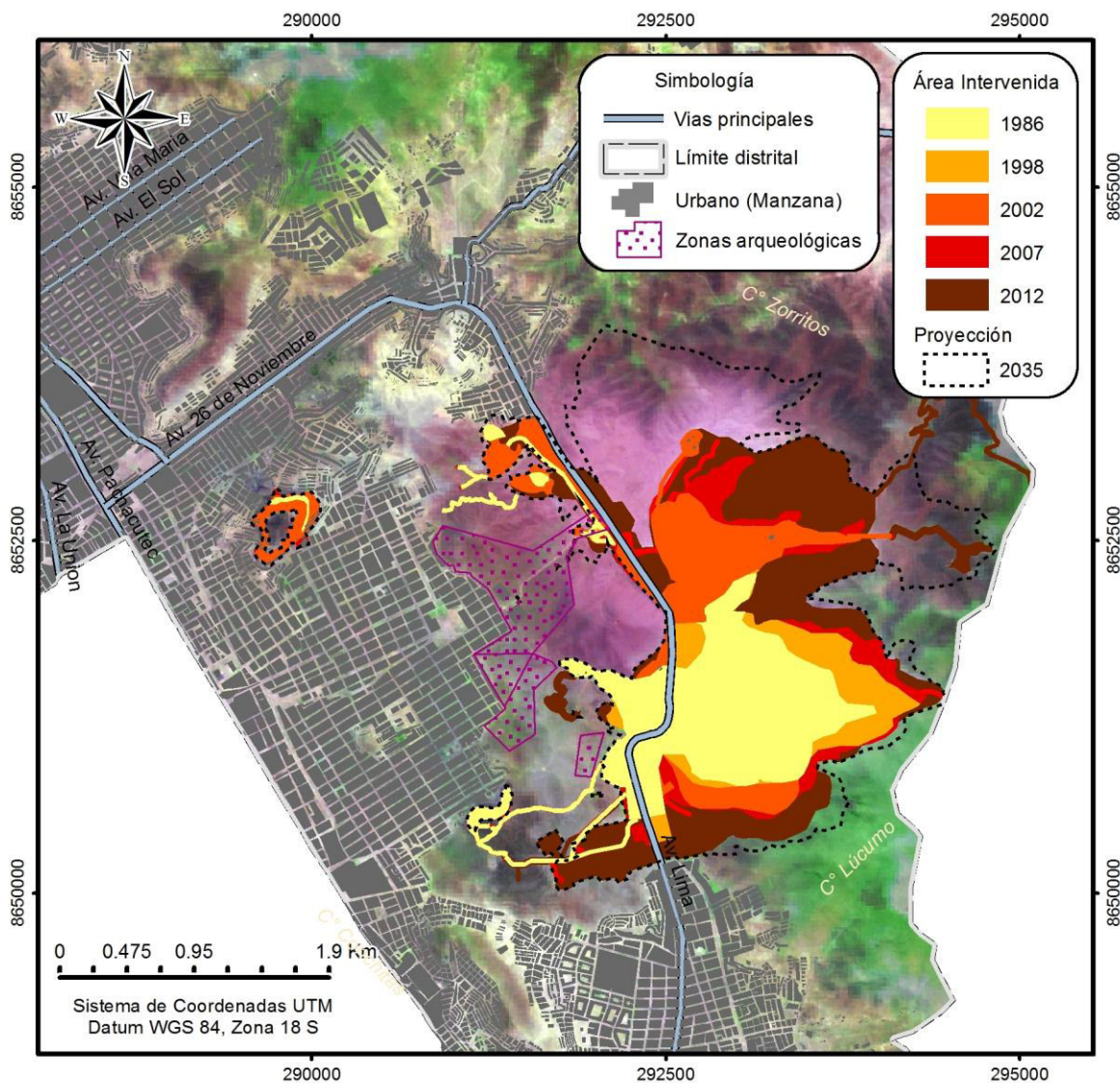
Al año 1998, la expansión de las canteras han ido ocupando las laderas del cerro Lúculo, en donde solía crecer frondosa de vegetación de lomas, tal como lo muestra la Figura 25. Del año 2002 al 2014, Unacem empezó a intervenir las laderas de Quebrada Blanca, y para el año 2035, Unacem tiene planeado continuar con la expansión de sus canteras y botaderos en dicha quebrada.

Si bien para el año 1986, la cantera Atocongo y los botaderos Quebrada Puquio y Quebrada Guayabo de la empresa Unacem ya muestran un gran desarrollo; en el período 1986 al 2014 han seguido expandiéndose. Esta expansión se ha visto limitada, en parte, por la presencia de zonas intangibles (zona arqueológica Tablada de Lurín) y zonas urbanas presentes en las concesiones de Unacem. Por esta razón y otras probablemente, Unacem se vio en la necesidad de construir un muro para hacer frente a los invasores y expansión urbana.



En la Figura 25 se muestra la evolución del área intervenida por la actividad minera en el período 1986-2014 y proyección al 2035 por la actividad minera, así como las zonas arqueológicas.

**Figura 25. Evolución del área intervenida durante 1986-2014 y proyección al 2035 por la actividad minera en el distrito de VMT**



Elaboración propia. Fuente: Ministerio de Cultura 2015, Instituto Nacional de Estadística e Informática, Unacem, Imágenes satelitales (Landsat, Spot, Rapideye)

#### **4.1.3. Estimación de la superficie base de cobertura vegetal potencial de las lomas de Villa María del Triunfo**

A partir del análisis de imágenes satelitales ópticas, revisión bibliográfica y los puntos de control tomados en campo se determinó el umbral de calibración del índice NDVI para la cobertura vegetal de las lomas en estudio. Se optó por emplear este índice, ya

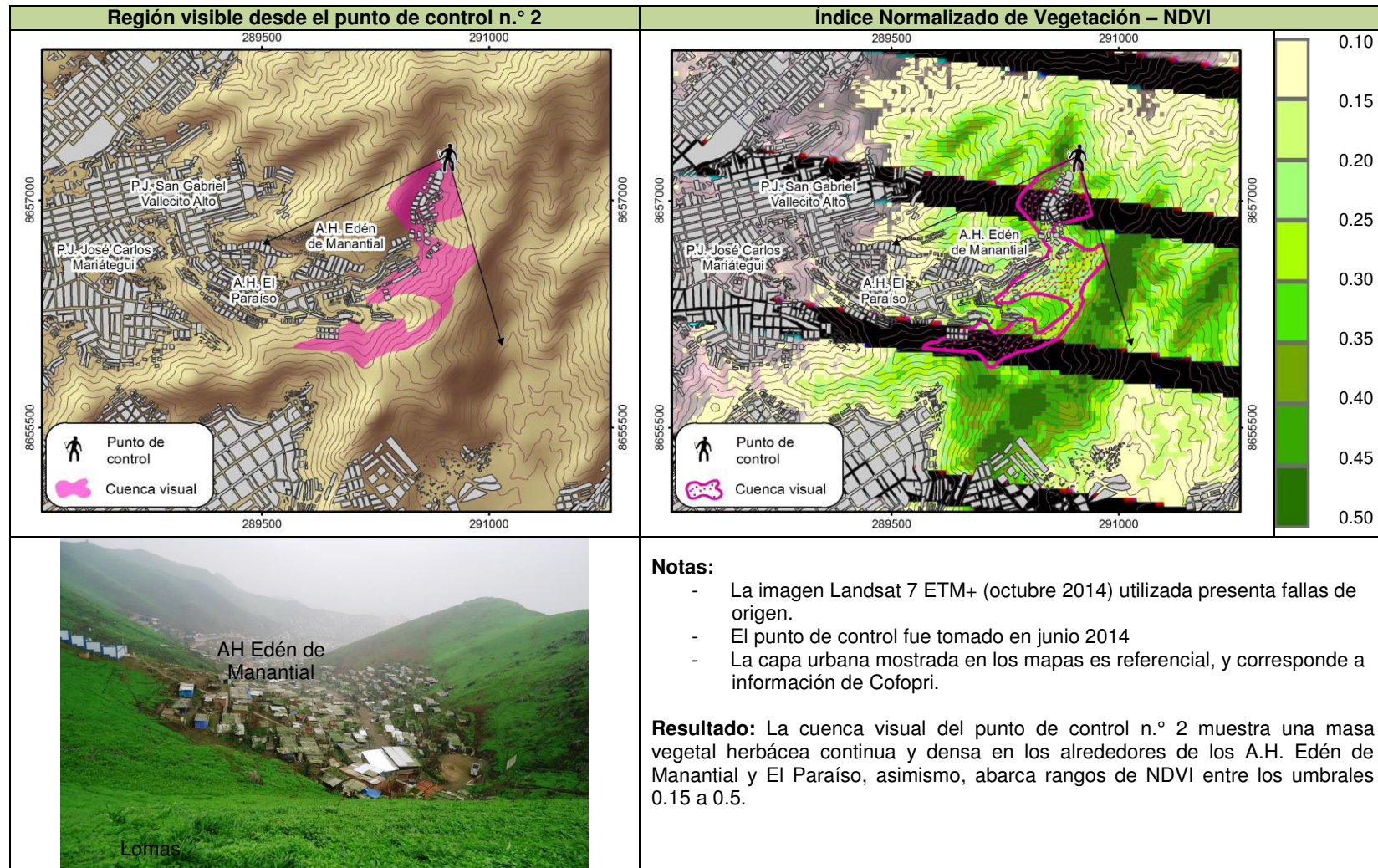
que disminuye los efectos de la atmósfera y según investigaciones de Gonzaga (2014) el índice empleado discrimina mejor la cobertura vegetal que otros tipos de índices.

Si bien autores como Chuvieco (1995), señalan que el umbral crítico del NDVI para cubiertas vegetales está alrededor del 0.2; se sabe que la vegetación de las lomas en general posee un NDVI bajo frente a otros tipos de cobertura vegetal, por lo se optó verificar en campo los umbrales en una imagen Landsat 7 ETM+ de fecha 17 de octubre de 2014, ya que se realizó trabajo de campo en ese año.

Para establecer el umbral de calibración se tomaron 33 puntos de control, y se comparó con sus respectivas cuencas visuales y con el NDVI hallado entre los rangos 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.40, 0.45 y 0.50. En los Cuadros 29, 30, 31 y 32 se muestran los detalles de los puntos de control n.º 2, 3, 12 y 13, su respectiva cuenca visual y umbrales de NDVI.



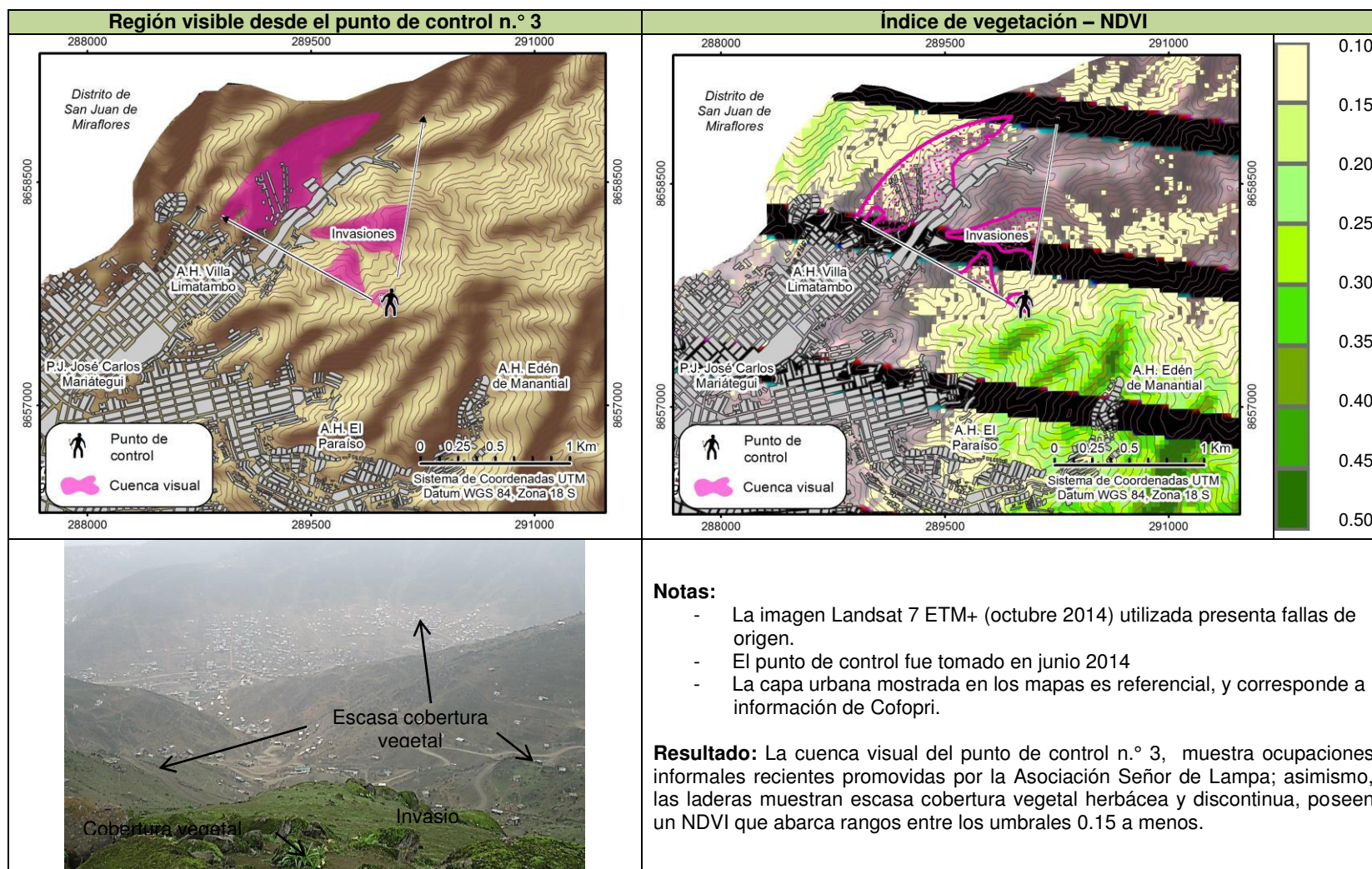
**Cuadro 29. Punto de control 2, vista panorámica del AH Edén de Manantial – Villa María del Triunfo**



Elaboración propia. Fuente: Trabajo de campo realizado en el año 2014.

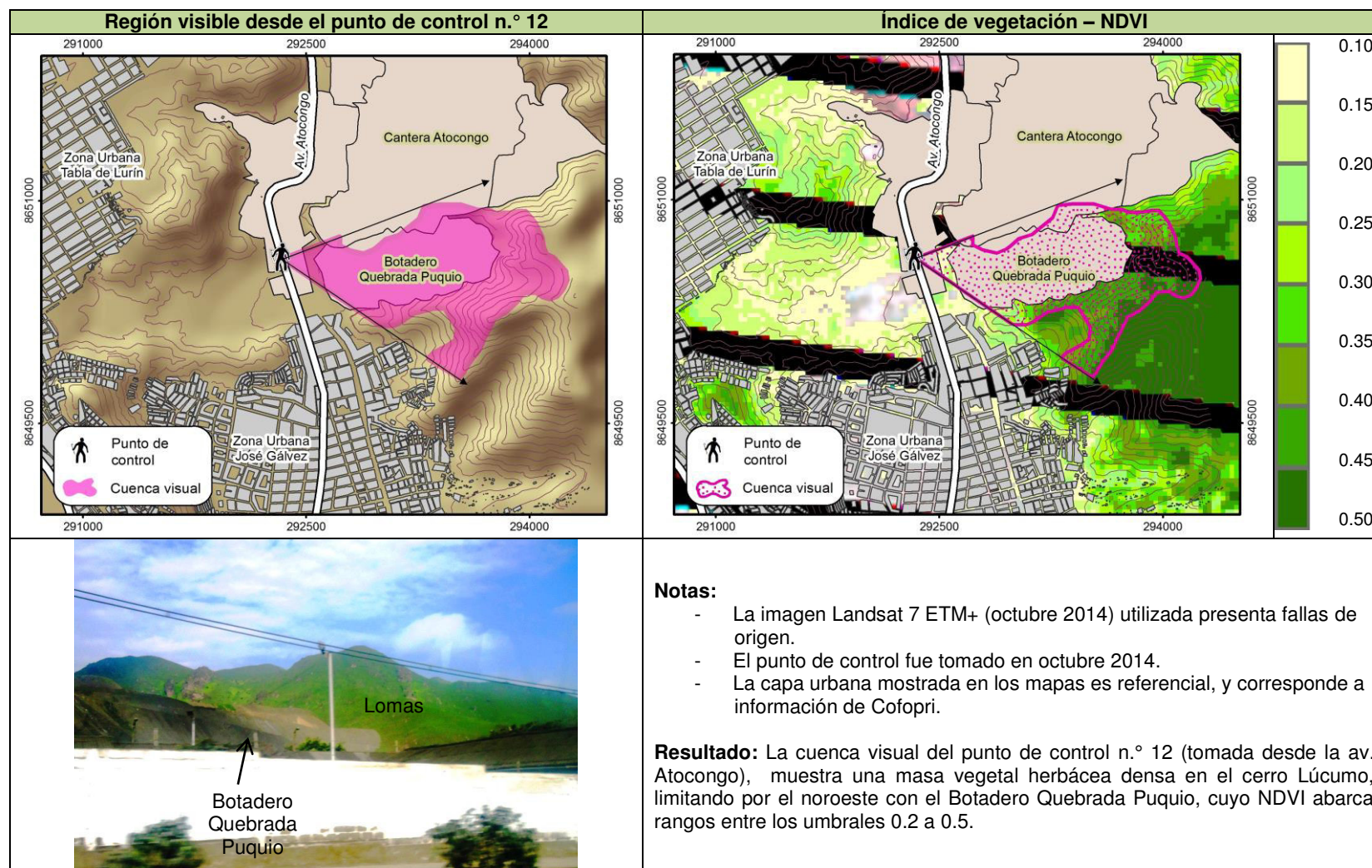


**Cuadro 30. Punto de control 3, vista de la Asociación Señor de Lampa (Traficantes de terrenos) – Villa María del Triunfo**



Elaboración propia. Fuente: Trabajo de campo realizado en el año 2014.

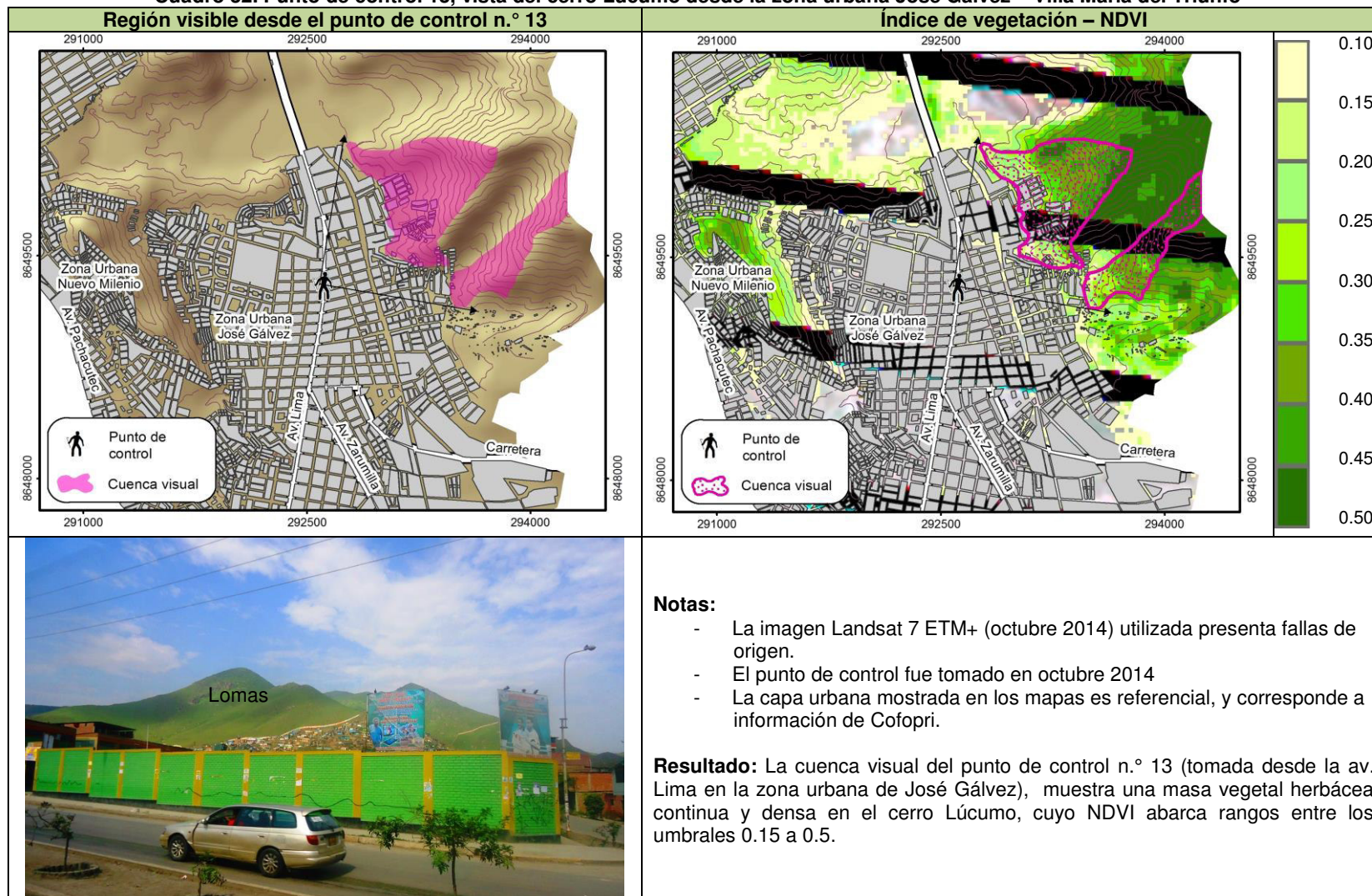
**Cuadro 31. Punto de control 12, vista del botadero de desmote y el cerro Lúculo desde la av. Atocongo – Villa María del Triunfo**



Elaboración propia. Fuente: Trabajo de campo realizado en el año 2014.



**Cuadro 32. Punto de control 13, vista del cerro Lúcumo desde la zona urbana José Gálvez – Villa María del Triunfo**



Elaboración propia. Fuente: Trabajo de campo realizado en el año 2014.

Los puntos de control determinaron que las superficies cuyo NDVI están en el rango de 0.10 a 0.15 poseen escasa cobertura vegetal con bajo vigor y dispersa; sin embargo, las áreas con un NDVI mayor a 0.15 poseen cobertura vegetal densa y casi continua, por lo que se optó establecer el umbral crítico en 0.15.

Las imágenes de satélite utilizadas con un NDVI de umbral mayor a 0.15 se presentan en el Anexo 4. Como se puede apreciar en todas las imágenes empleadas de dicho anexo, los núcleos de vegetación se encuentran en los sectores El Paraíso y cerro Lúculo. Es importante señalar que estos resultados no incluyen a la vegetación escasa y/o muy dispersa que pueda existir en zonas pedregosas; puesto que este tipo de vegetación tiene una intensidad menor, lo cual reduce el NDVI resultante. Asimismo, debido a la escala de las imágenes satelitales procesadas, el NDVI cuantifica también la vegetación esporádica que pudiera encontrarse sobre los techos de las viviendas y espacios (con suelo no compactado) entre las viviendas y accesos como se muestran en las Fotos 29 y 30. Esto implicó que se diferencie visualmente los polígonos delimitados con el NDVI de la cobertura vegetal de las zonas urbanas, a fin de no considerarlos.

Las lomas al ser un ecosistema estacional, su extensión no es fija y varía año tras año de acuerdo a la presencia de humedad relativa y precipitación, y generalmente reverdece en los meses de junio a noviembre, tal como lo muestran las imágenes de octubre de los años 1986 y 2014. Sin embargo, en el análisis de la imagen satelital y NDVI del mes de enero del año 1998 se visualiza que todas las laderas no intervenidas se cubrieron de vegetación debido al fenómeno El Niño que ocurrió en el período 1997-1998, y según experiencias vivenciales de pobladores y profesionales, creció exuberante vegetación en todas las laderas de los cerros del distrito e inclusive sobre los techos de las viviendas y terrenos de la zona urbana Tablada de Lurín, este acontecimiento se manifiesta en la gran extensión que tuvo las lomas en dicho año (4099.60 ha) y su elevado NDVI (promedio de 0.40). Adicional a lo mencionado, en enero del año 2010 ocurrieron lluvias inusuales (Anexo 3) por lo que consecuentemente reverdecieron las lomas, cubriendo 1278.60 ha, tal como se aprecia en la imagen satelital de la fecha mencionada (Anexo 4). El Cuadro 33 muestra las variaciones de la superficie y NDVI, lo cual evidencia lo mencionado anteriormente.

**Foto 29. Vegetación sobre las viviendas – zona urbana Tablada de Lurín**

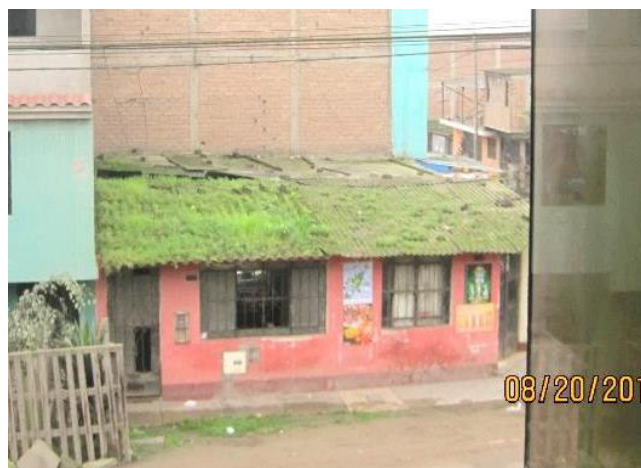


Foto de los autores, agosto 2014

**Foto 30. Vegetación de lomas entre los espacios de las viviendas – zona urbana El Paraíso**



Foto de los autores, octubre 2014

**Cuadro 33. Superficie y datos estadísticos del NDVI de fechas específicas**

Fecha	Superficie (ha)	Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada - NDVI			
		Promedio	Desviación estándar	Mínimo(*)	Máximo
1986/10/28	1019.59	0.20	0.07	0.05	0.45
1998/02/15	4099.60	0.40	0.17	0.03	0.79
1998/05/06	807.60	0.18	0.04	0.03	0.32
2002/12/13	547.51	0.16	0.06	0.03	0.43
2010/01/31	1278.60	0.25	0.10	0.05	0.56
2014/10/17	589.90	0.24	0.11	0.03	0.61

(\*) Se presentan píxeles con NDVI inferior a 0.15 debido a que la presencia de nubes que fueron incluidas dentro de la vectorización manual. Nota: Las superficies de análisis no incluyen áreas de uso urbano ni minero.

Elaboración propia. Fuentes: Landsat, Spot.

Si bien dentro de una misma temporada las lomas obtienen generalmente el óptimo desarrollo fenológico entre los meses de agosto y setiembre, y van desapareciendo paulatinamente antes de iniciarse la estación seca en diciembre; se optó por



determinar dos polígonos correspondientes a las lomas en sus temporadas denominadas “normal” y “extraordinaria” de acuerdo a la presencia del fenómeno El Niño 1998-1999, y tomando como referencia la clasificación realizada por la MML a través del PLAM 2035. Cabe resaltar que esta clasificación aún no está muy difundida. Dichas categorías serán utilizadas como las áreas base para cuantificar la pérdida de superficie con potencial o mayor probabilidad de cubrirse de vegetación entre los años 1986 al 2014. En la temporada normal se unió los polígonos de las lomas correspondientes a las fechas 1986/10/28, 2002/12/13, 2010/01/31 y 2014/10/17 (Figura 26); y en la extraordinaria, los polígonos de las fechas 1998/02/15 y 1998/05/06 (Figura 27), en donde las lomas están en su máximo esplendor. En la Figura 28 se muestran ambos polígonos delimitados.

A pesar que se presentaron inconvenientes en la resolución temporal, además de tener la incertidumbre que la superficie visible no necesariamente resulta ser la de máximo esplendor de dicho año, las recomendaciones recibidas de especialistas fue la unión de las superficies obtenidas mediante los índices de vegetación NDVI y su respectiva corroboración con trabajo de campo para determinar las zonas con mayor potencial de que se cubra con vegetación.

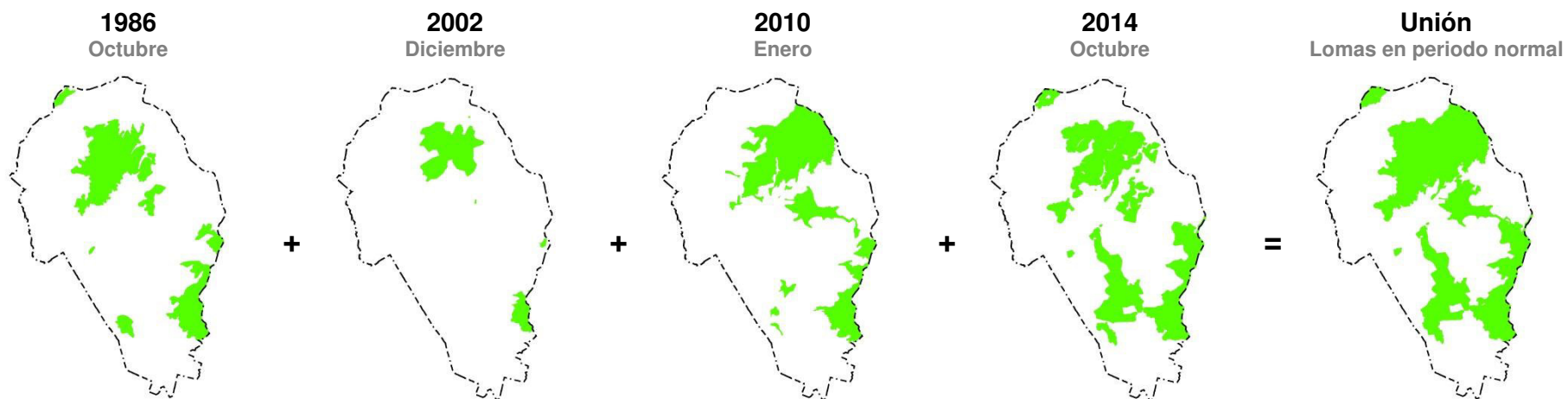
Cabe señalar que la demarcación de la cobertura vegetal se realizó estando ésta previamente impactada, ya que en el distrito de Villa María del Triunfo se realiza actividad minera desde el año 1912 y los primeros núcleos urbanos se establecieron alrededor del año 1945 (Chipana, 2013).

**Cuadro 34. Áreas base de las lomas normal y extraordinaria del distrito de Villa María del Triunfo**

Área base	Unión de superficies (escenas)	Superficie unida (ha)
Normal	1986/10/28	2221.30
	2002/12/13	
	2010/01/31	
	2014/10/17	
Extraordinaria	1998/02/15	4099.6
	1998/05/06	

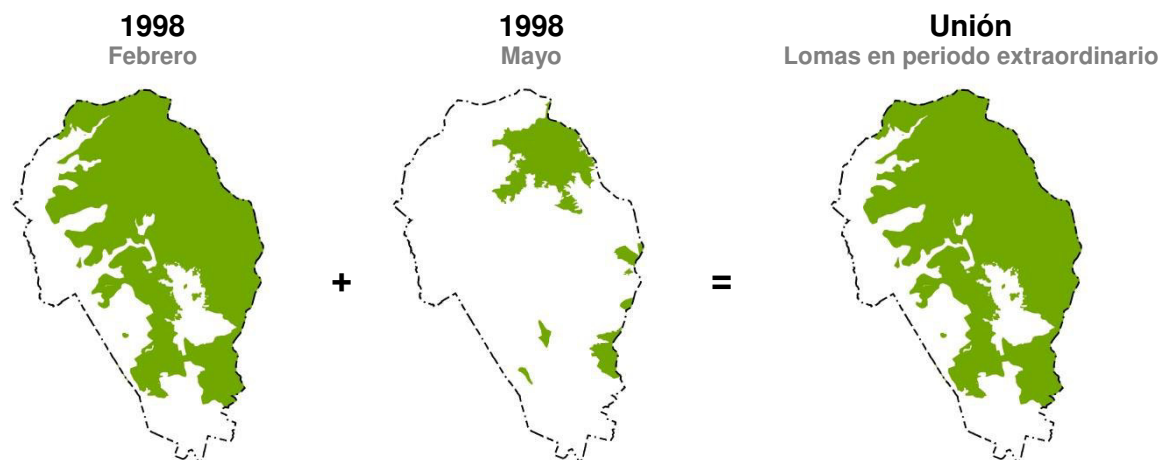
Elaboración propia. Fuente: Landsat, Spot.

**Figura 26. Cobertura vegetal Normal a partir de la unión de escenas disponibles durante la temporada húmeda regular**



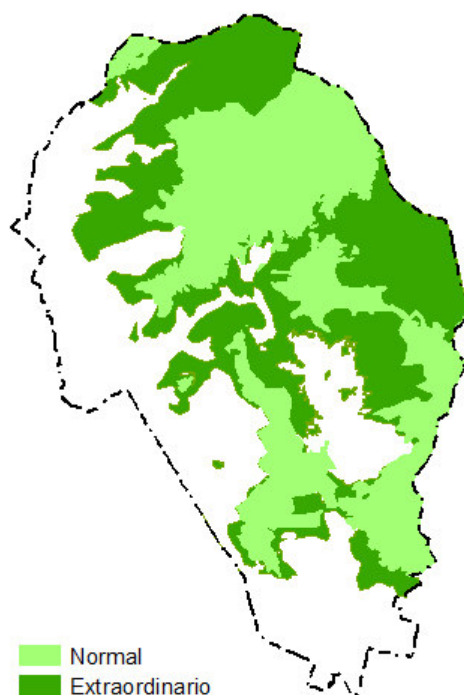
Elaboración propia. Fuente: Landsat (1986, 1998, 2010, 2014), Spot (2002).

**Figura 27. Cobertura vegetal Extraordinaria a partir de la unión de escenas disponibles durante el fenómeno El Niño**



Elaboración propia. Fuente: Landsat (1986, 1998, 2010, 2014), Spot (2002).

**Figura 28. Áreas base de las lomas en periodos normal y extraordinario del distrito de Villa María del Triunfo**



Elaboración propia. Fuente: Landsat (1986, 1998, 2010, 2014), Spot (2002).

#### **4.2. Variación de la superficie de cobertura vegetal de las lomas frente a la expansión urbana y minera**

La superficie de la línea base de referencia de las lomas del distrito de Villa María del Triunfo para las épocas normal y extraordinaria permitió determinar cuánto de la cobertura vegetal de las lomas se había transformado en zonas urbanas y/o instalaciones mineras.

En el Cuadro 35 se muestra la superficie acumulada impactada durante los años 1986, 1998, 2002, 2007, 2012 y 2014 para la cobertura vegetal de las lomas normal; así como la superficie acumulada impactada durante el los años 1998, 2002, 2007, 2012 y 2014 para las lomas extraordinaria, dichas superficies tienden a la reducción, alcanzando una disminución notable a través de los 28 años observados.

Asimismo, se realiza una proyección de la superficie de cobertura vegetal que será intervenida por la actividad minera al año 2035.

**Cuadro 35. Variación de la superficie de las lomas del distrito de Villa María del Triunfo  
frente a la expansión urbana y minera**

Año	Superficie intervenida (1) de lomas normal (ha)			Superficie intervenida (2) de lomas extraordinaria (ha)			Superficie de lomas normal remanente (ha) / Porcentaje respecto al área base (%)	Superficie de lomas extraordinaria remanente (ha) / Porcentaje respecto al área base (%)
	Por presión urbana	Por actividad minera	Total	Por presión Urbana	Por actividad minera	Total		
1986	—	—					2221.3 <sup>(3)</sup>	
							100%	
1998	26.1	15.1	41.2	—	—	—	2180.2	4099.6 <sup>(3)</sup>
							98.1%	100%
2002	215.0	23.1	238.1	571.0	51.3	622.3	1983.2	3477.3
							89.3%	84.8%
2007	259.9	37.0	296.9	644.1	79.9	724.0	1924.4	3375.6
							86.6%	82.3%
2012	413.2	76.0	489.2	993.4	226.5	1219.9	1732.1	2879.7
							78.0%	70.2%
2014	584.5	76.0	660.5	1265.7	226.5	1492.2	1560.8	2607.4
							70.3%	63.6%
2032	ND	124.0 <sup>(4)</sup>	ND	ND	262.1 <sup>(4)</sup>	ND	ND	ND

(1) Superficie acumulada en el período 1986-2014 señalada en el Cuadro 34 Áreas base de las lomas Normal y Extraordinaria del distrito de Villa María del Triunfo

(2) Superficie acumulada en el período 1998-2014 señalada en el Cuadro 34 Áreas base de las lomas Normal y Extraordinaria del distrito de Villa María del Triunfo

(3) Áreas base a analizar de lomas Normal y Extraordinaria

(4) Cálculo realizado a partir del plano de componentes mineros proyectados de la Actualización y modificación del estudio de impacto ambiental de las canteras Atocongo de la UEA Atocongo

(5) ND: No determinado

Elaboración propia. Fuentes: Landsat (1986, 1998, 2010, 2014), Spot (2002), IGN, Rapideye 2012, Quickbird 2014, Cementos Lima (1999, 2012), Unacem 2014.

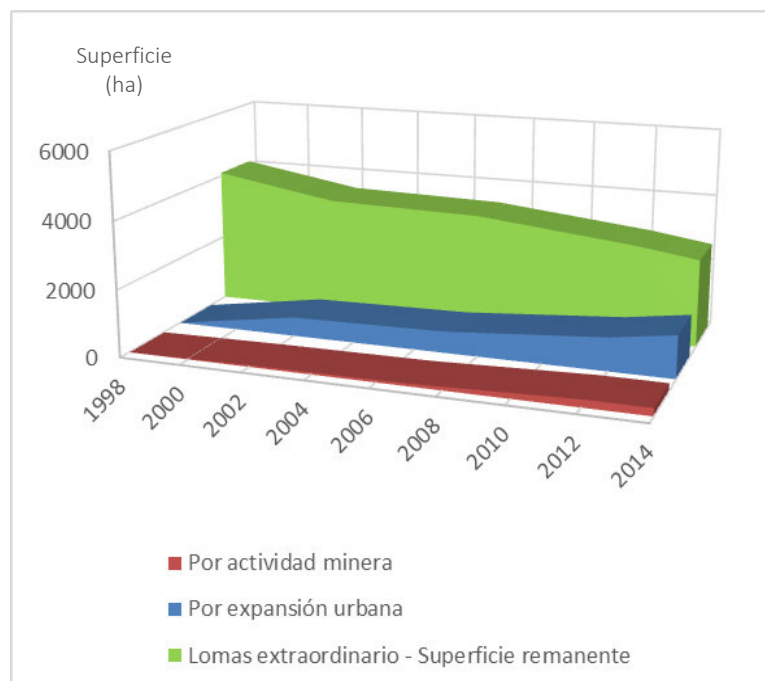
En los Gráficos 10 y 11 se presentan los resultados del Cuadro 35 para las lomas normal y extraordinaria. Asimismo, en las Figuras 29 y 30 se muestra la reducción de las lomas ocasionados por la expansión minera, y en las Figuras 31 y 32, por la expansión urbana.

**Gráfico 10. Variación de la superficie de las lomas normal, casco urbano y actividad minera 1986-2014**



Elaboración propia. Fuentes: Landsat, Spot, IGN, Rapideye, Quickbird, Unacem.

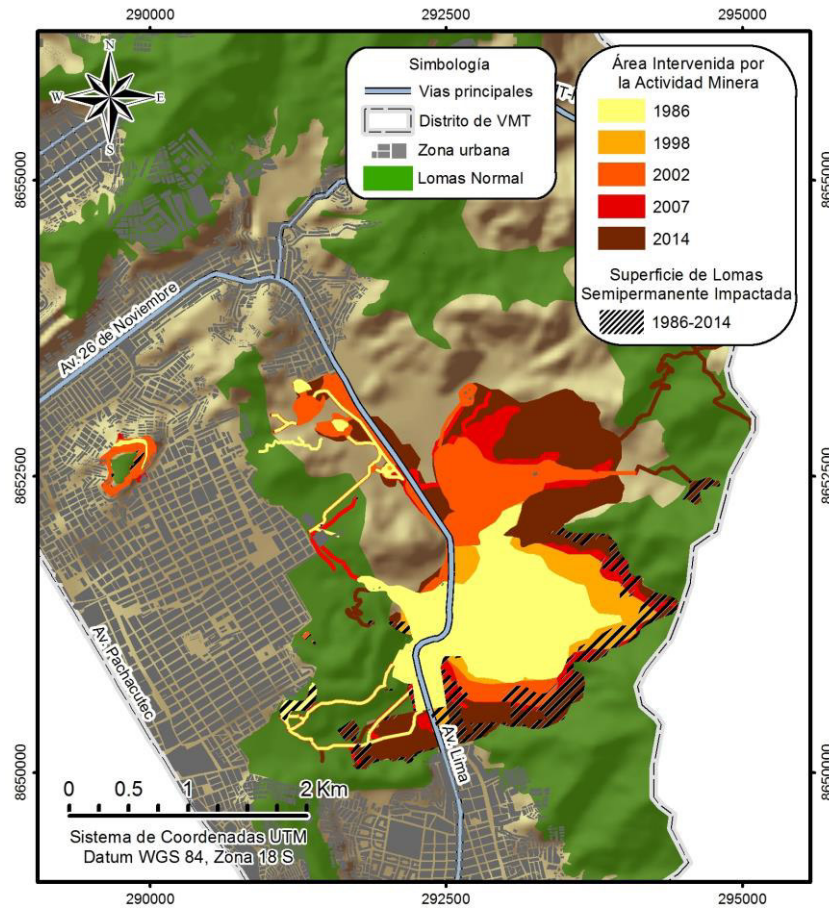
**Gráfico 11. Variación de la superficie de las lomas extraordinaria, casco urbano y actividad minera 1998-2014**



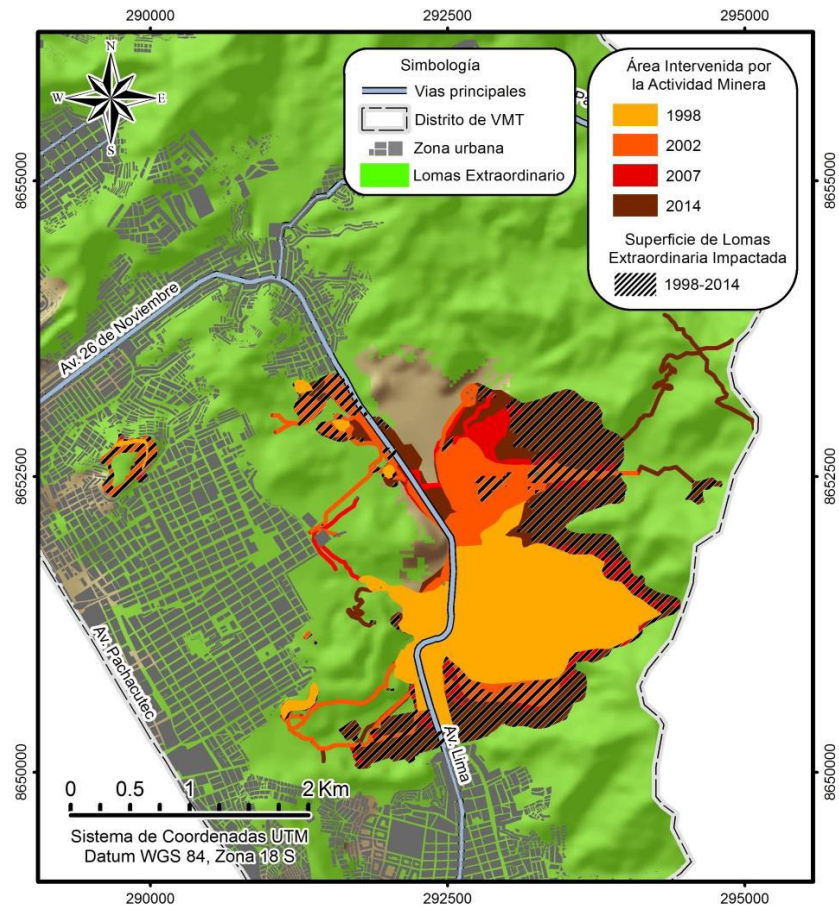
Elaboración propia. Fuentes: Landsat, Spot, IGN, Rapideye, Quickbird, Unacem.



**Figura 29. Superficie de lomas normal intervenida por la expansión minera en el período 1986-2014**



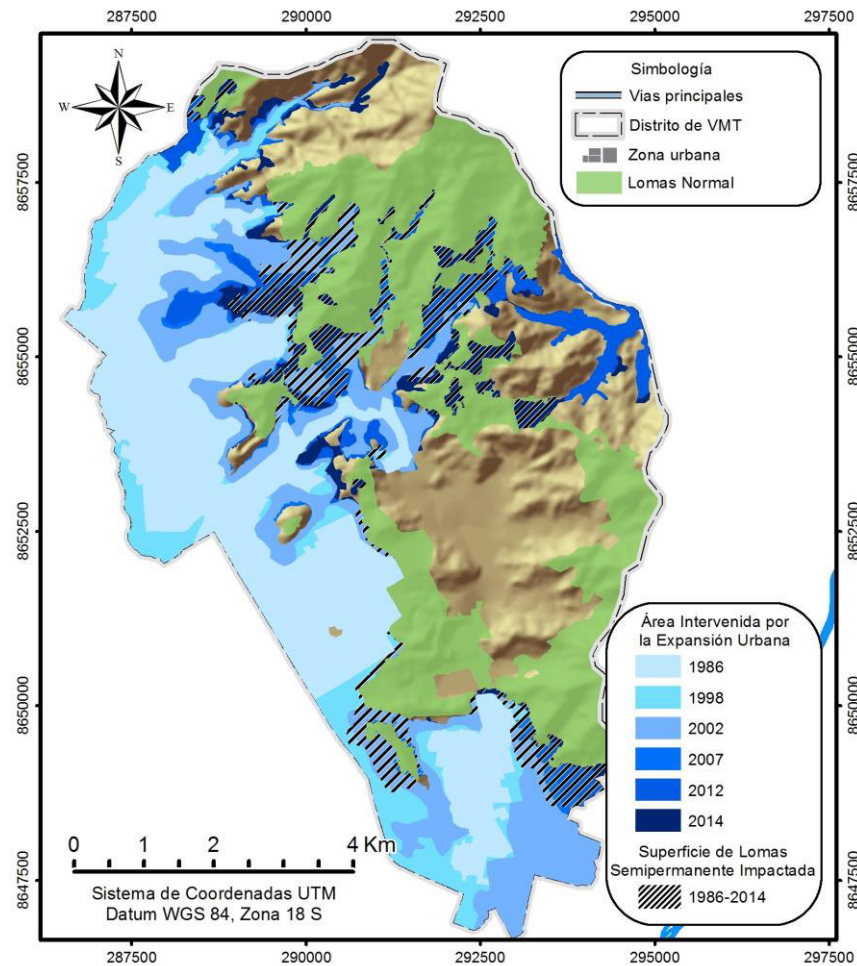
**Figura 30. Superficie de lomas extraordinaria intervenida por la expansión minera en el período 1998-2014**



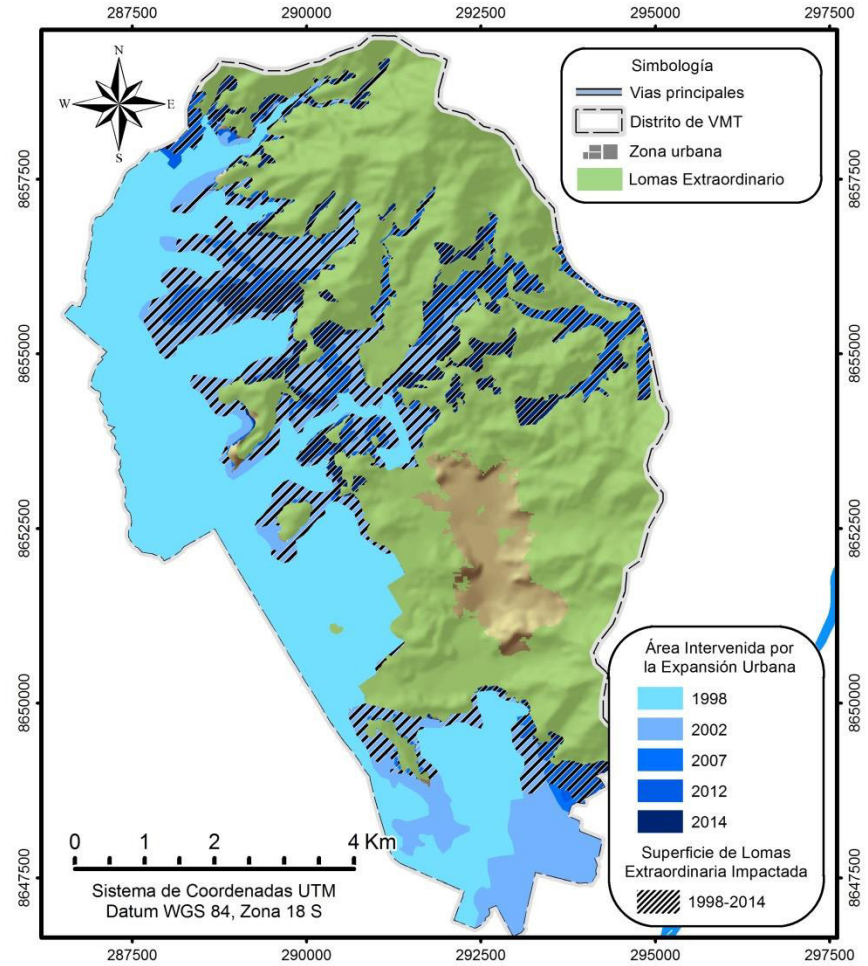
Elaboración propia. Fuente: Landsat, Spot, SAN, IGN



**Figura 31. Superficie de lomas normal intervenida por la expansión urbana en el período 1986-2014**



**Figura 32. Superficie de lomas extraordinaria intervenida por la expansión urbana en el período 1998-2014**



Elaboración propia. Fuente: Landsat, Spot, SAN, IGN

En cierta medida es evidente que la superficie impactada en las lomas debió ser mucho mayor, en caso se cuantifique la cobertura vegetal antes del inicio de las actividades mineras y/u ocupación urbana. Esto no se realizó debido a la ausencia de información satelital para períodos más antiguos, por lo que no se pudo calcular la superficie ex – ante. No obstante, de acuerdo a las referencias del historiador Chipana podría intuirse que al año 2014, la superficie impactada por la actividad minera desde el inicio de operaciones para las lomas Extraordinaria podría ser de 539 ha (superficie que ocupa los componentes mineros en la actualidad), por otro lado, Unacem tiene aprobado la expansión de sus canteras y botaderos al año 2035, lo cual implicaría la transformación de 48 ha y 36 ha adicionales para las lomas Normal y Extraordinaria. En cambio, la expansión urbana ocupó inicialmente las planicies y piedemontes (período 1940-1985, aproximadamente) y posteriormente las estribaciones andinas. No se sabe con certeza si en todas las planicies del distrito crecía vegetación de lomas.

Un efecto interesante es la resiliencia del ecosistema, ya que a pesar de que la expansión urbana y minera han ocupado parte de la cobertura vegetal de las lomas, aún es posible ver relictos de vida sobre los techos de las viviendas, espacios sin construir e inclusive sobre las desmonteras de Unacem, tal efecto se corroboró en campo y en las imágenes de satélite.

#### **4.3. Determinar el área de cobertura vegetal con potencial de conservación en base a la intensidad y frecuencia del índice de vegetación por diferencia normalizada y comparar con las cartografías de instrumentos normativos para la conservación de las lomas del área de estudio.**

##### ***4.3.1. Área con cobertura vegetal con potencial de conservación***

En base a los resultados del objetivo 2, el cual determinó dos superficies de lomas en base a la intensidad y frecuencia de NDVI, se propone delimitar dos zonas de protección núcleo y amortiguamiento, de acuerdo a las categorías presentadas en el Grupo de Trabajo Permanente de las Reservas de la Biosfera de Alemania (Unesco, 1995).

El área de cobertura vegetal de lomas con potencial de conservación sería la “normal” porque presenta cobertura vegetal estacional con mayor frecuencia en las temporadas de precipitación regular; asimismo, la “extraordinaria” al ser adyacente al área

mencionada y por presentar vegetación herbácea estacional ante eventos de precipitación extraordinaria, actúa como un *buffer* o de contención ante el impacto directo al área con mayor potencial de conservación, por lo que depara ser conservada.

Por lo expuesto anteriormente, se propone que la superficie de las lomas en épocas normal y extraordinaria, adquieran el tipo de conservación núcleo y amortiguamiento, respectivamente; tal como se detalla en el Cuadro 36.

**Cuadro 36. Tipo de conservación para las lomas normal y extraordinaria**

Lomas a conservar	Superficie remanente al 2014 (ha)	Porcentaje respecto al área base <sup>(1)</sup>	Tipo de conservación
Normal	1560.8	70.3 %	Núcleo
Extraordinaria	2607.4	63.6 %	Núcleo + amortiguamiento

(1) Superficie remanente respecto al áreas base de las lomas analizada en el Cuadro 37 *Variación de la superficie de las lomas del distrito de Villa María del Triunfo frente a la expansión urbana y minera*

No obstante, las áreas propuestas no consideran los derechos superficiales que pudieran existir, tales como concesiones mineras. En el Cuadro 38, se muestra que alrededor del 50 % de las áreas de conservación propuestas como núcleo y amortiguamiento, presentan superposición con derechos mineros. Asimismo, en la Figura 33 muestra que la distribución de las concesiones se encuentra en el sur del área, siendo la mayoría de las concesiones propiedad de Unacem.

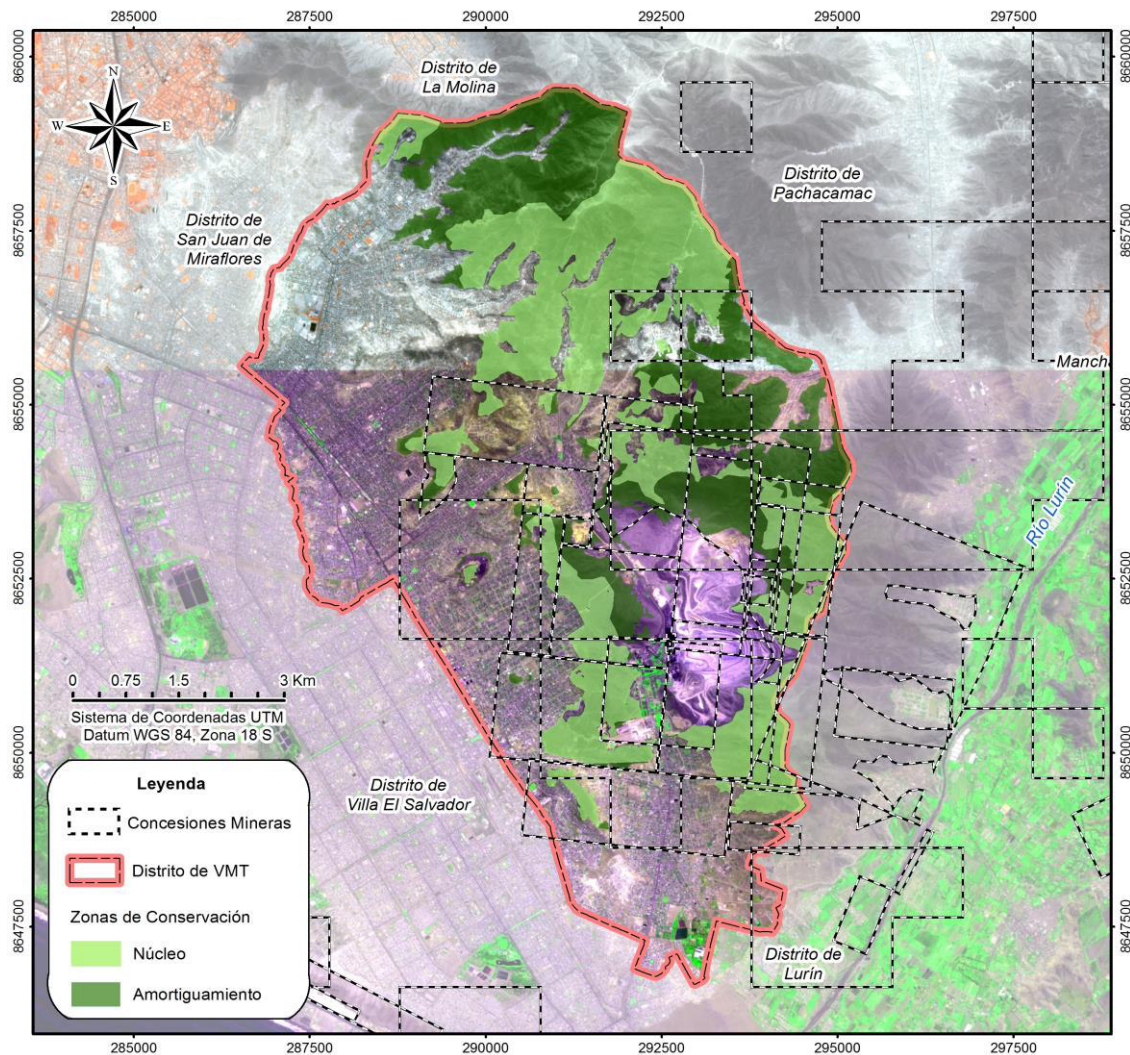
**Cuadro 38. Concesiones mineras versus tipo de conservación propuesta**

Tipo de conservación propuesta	Superficie total (ha)	Traslape con concesiones mineras	
		Área (ha)	Porcentaje (%)
Núcleo	1560.8	825.4	52.9
Amortiguamiento	1046.6	543.5	51.9

Elaboración propia. Fuente: Ingemmet.



**Figura 33. Áreas de conservación propuesta versus concesiones mineras**



Elaboración propia. Fuente: GeoEye 2012, IGN, Ingemmet.

#### **4.3.2. Comparar con las cartografías de instrumentos normativos para la conservación de las lomas del área de estudio**

Por otro lado, el resultado obtenido fue comparado con la cartografía pre-existente de proyectos y medidas de acción para la conservación de lomas: 1) Ecosistemas Frágiles del Ministerio de Agricultura, 2) Área de Conservación Regional para las Lomas de Lima, 3) Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano de Lima y Callao al 2035. Estos casos, comprenden espacialmente a las lomas del distrito de Villa María y 4) Zonificación de los usos de suelo en el distrito de Villa María del Triunfo del 2007.

A continuación, se analiza y compara la cartografía estimada en la presente investigación de la cobertura vegetal de las lomas del distrito de Villa María del Triunfo, con la pre-existente correspondiente a los proyectos y planes mencionados.

### ***Delimitación de Ecosistemas Frágiles: Lomas de Lúcumo<sup>14</sup> y Lomas de Villa María<sup>15</sup>***

La delimitación de estos dos ecosistemas frágiles según Minagri, se realizó en base a la interpretación visual de la cobertura vegetal de una imagen Landsat TM de fecha 9 de noviembre de 2008, y verificaciones en campo realizados en el período setiembre a octubre del 2012. En base a esos criterios, dicho informe especifica que la superficie de estas lomas son de 1597.36 ha (Lomas de Lúcumo) y 691.48 ha (Lomas de Villa María).

Como se puede apreciar en la Figura 34, el área delimitada por el Minagri como Ecosistema Frágil Lomas de Lúcumo presenta algunos errores ya que bordea actualmente por el oeste con los componentes mineros de la UEA Atocongo, y comprende actualmente un traslape de 3.2 ha con componentes mineros existentes<sup>16</sup>, además de sobreponerse con 135 ha correspondiente a las áreas de expansión para los botaderos y canteras al año 2035, según se señala en el instrumento de gestión ambiental aprobado mediante el oficio n.º 000713-2007-PRODUCE/DVI/DGI-DGAAI el 26 de septiembre de 2007 (Fecha anterior a la aprobación de la Resolución Ministerial n.º 401-2013-MINAGRI). Asimismo, se aprecia por el noroeste del polígono, peligros por expansión urbana.

Referente al Ecosistema Frágil Lomas de Villa María, el polígono delimitado por el Minagri abarca zonas urbanas en terrenos del Estado promovidas por traficantes de tierras y actividades informales como la crianza de cerdos.

Lo expuesto anteriormente, demuestra que en la demarcación de los ecosistemas frágiles realizado por el Minagri no se tuvo en consideración las zonas urbanas ni se trabajó con imágenes de satélite actuales ni mucho menos hubo una revisión de los instrumentos de gestión ambiental de la empresa Unacem aprobados por Produce. Estos hechos se deben a la falta de coordinación interinstitucional y a la carencia de conocimientos cartográficos y de percepción remota en los funcionarios del Estado.

El resultado del cruce de los polígonos de ecosistemas frágiles con las zonas urbanas,

---

<sup>14</sup> Las lomas de Lúcumo abarca territorios de los distritos Villa María del Triunfo y Pachacámac. En el análisis de la investigación solo se estudiará al sector ubicado al interior distrito de Villa María del Triunfo.

<sup>15</sup> El ecosistema frágil Lomas de Villa María, denominado de esta manera según la R.M. N° 401-2013-MINAGRI, solo hace referencia a un sector de lomas del distrito de Villa María del Triunfo.

<sup>16</sup> Intersección de la capas de información: Ecosistema Frágil Lomas de Lúcumo con el área efectiva de componentes mineros del año 2012. El traslape de 3.2 ha corresponde a cierto sector de expansión del Botadero Quebrada Blanca.



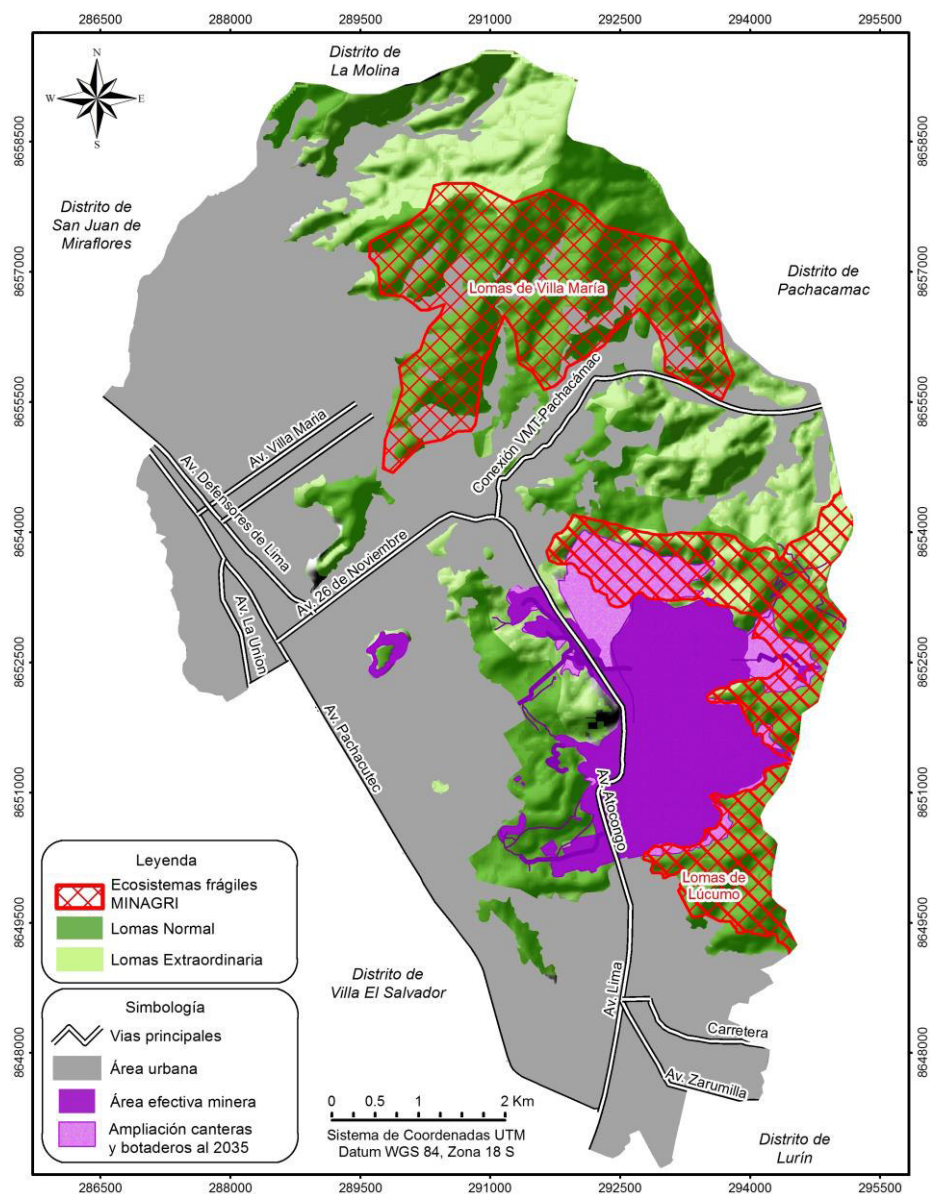
mineras y delimitación de las lomas en base a los índices de vegetación – NDVI, se presentan en el Cuadro 39 y la Figura 34.

**Cuadro 39. Análisis de la delimitación de los ecosistemas frágiles**

Ecosistema frágil – Minagri	Zona urbana	Componentes mineros		Cobertura vegetal en base a los NDVI	
		Actuales 2014	Proyectados al 2035	Normal	Extraordinaria Niño 98
<b>Lomas de Villa María</b>	113 ha	-	-	644.4 ha	691.5 ha
<b>Lomas de Lúcumo</b>	-	3.2 ha	135 ha	377.8 ha	549.4 ha

Elaboración propia. Fuente: RM n.º 274-2013-MINAGRI, RM n.º 401-2013-MINAGRI, Cementos Lima, imágenes Landsat, Spot y RapidEye.

**Figura 34. Ecosistemas frágiles Villa María y Lúcumo en el distrito de VMT**



Elaboración propia. Fuente: RM 274-2013-MINAGRI, RM 401-2013-MINAGRI, Cementos Lima, imágenes Landsat, Spot y RapidEye.

### ***Expediente técnico para establecimiento del ACR Sistema de Lomas de Lima***

Como parte del expediente técnico, la MML propuso una zonificación provisional para las lomas de Villa María, la cual se presenta en la Figura 35. A este mapa se añadió el resultado de la identificación de la cobertura vegetal de la presente investigación: normal y extraordinaria, así como zonas urbanas y mineras; las cuales fueron realizadas mediante imágenes satelitales, con el objeto de determinar el tipo de consideración que se hace de estas áreas en la zonificación del expediente técnico.

El resultado del cruce de áreas se presenta en el Cuadro 40, el cual muestra que el 100 % de la ACR se encuentra libre de componentes mineros y de zonas urbanas. Asimismo la zona de uso turístico y se encuentra en su totalidad en la cobertura vegetal normal, y las zonas de aprovechamiento directo, recuperación, silvestre y uso especial se encuentran en las coberturas normal y extraordinaria.

Es importante recalcar que el ACR contiene sólo una porción de toda la superficie de cobertura vegetal de lomas, ya que esta zona se encuentra libre de derechos precedentes (concesiones mineras, principalmente).

**Cuadro 40. Distribución de la cobertura vegetal de las lomas de VMT respecto a la zonificación provisional del expediente técnico del ACR Sistema de Lomas de Lima**

Zonificación del expediente técnico	Zona urbana	Componentes mineros actuales	Área*	Cobertura vegetal en base a los NDVI**			
				Normal		Extraordinaria (Niño 97-98)	
<b>Zona de aprovechamiento directo</b>	0 ha	0 ha	64.4 ha	32.5 ha	50.5 %	31.9 ha	49.5 %
<b>Zona de recuperación</b>	0 ha	0 ha	197.0 ha	94.4 ha	47.9 %	102.6 ha	52.1 %
<b>Zona silvestre</b>	0 ha	0 ha	146.0 ha	80.0 ha	54.8 %	66.0 ha	45.2 %
<b>Zona de uso turístico y recreativo</b>	0 ha	0 ha	63.6 ha	63.6 ha	100 %	0.0 ha	0.0 %
<b>Zona de uso especial</b>	0 ha	0 ha	17.67 ha	5.53 ha	31.3 %	12.14 ha	68.7 %
<b>Total</b>	<b>0 ha</b>	<b>0 ha</b>	<b>488.7 ha</b>	<b>276.0 ha</b>	<b>56.5 %</b>	<b>212.7 ha</b>	<b>43.5 %</b>

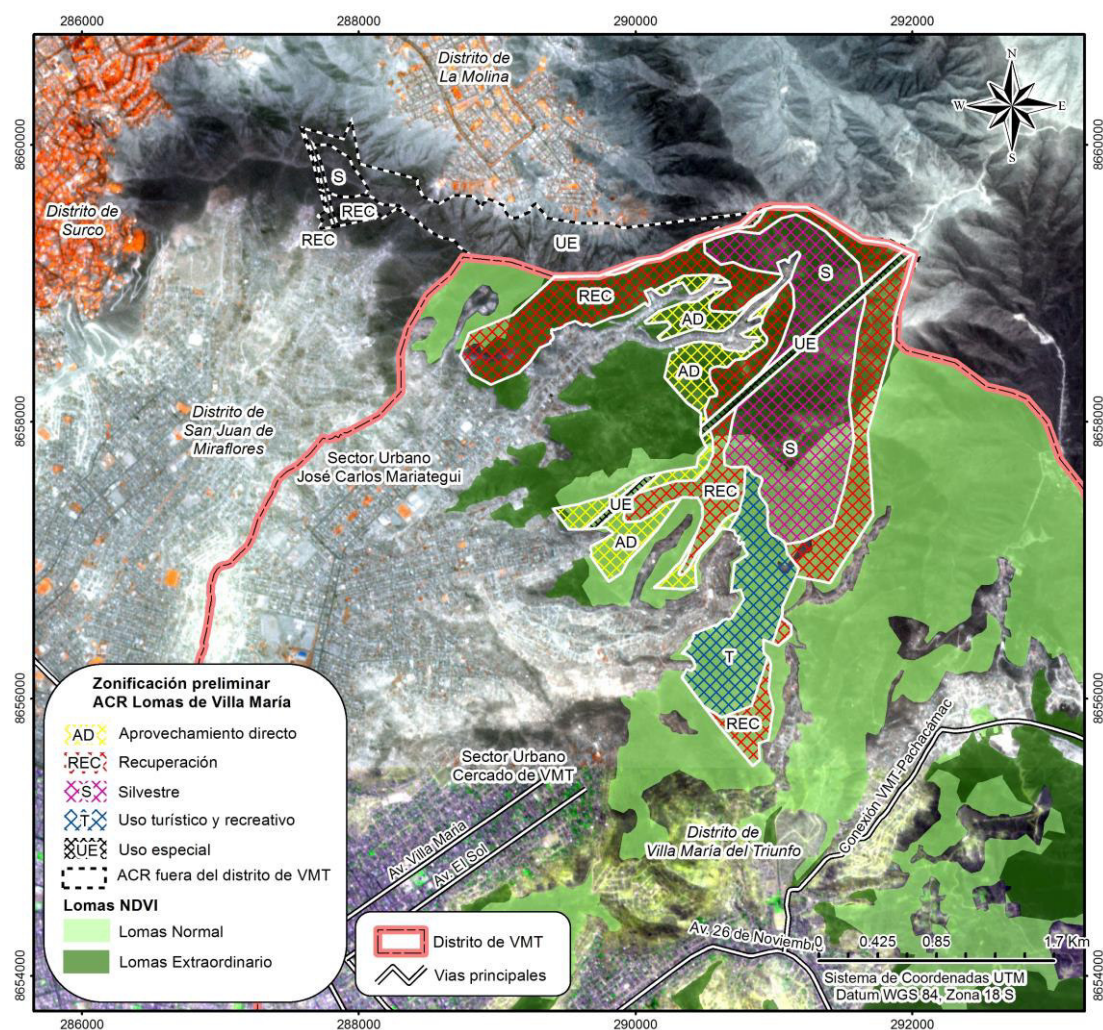
\*Área correspondiente al ACR Lomas de Villa María dentro de los límites del distrito de Villa María del Triunfo.

\*\*NDVI correspondientes a las imágenes satelitales mostradas en el Anexo 3.

\*\*\*Los porcentajes mostrados es referente al área de la zonificación ACR.

Elaboración propia. Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima 2014, Unacem 2014, Imágenes Landsat, Spot y RapidEye.

**Figura 35. Distribución espacial de la cobertura vegetal de las lomas de Villa María del Triunfo respecto a la zonificación provisional del expediente técnico del ACR Sistema de Lomas de Lima**



Elaboración propia. Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima 2014, Unacem 2014, Imágenes Landsat, Spot y RapidEye

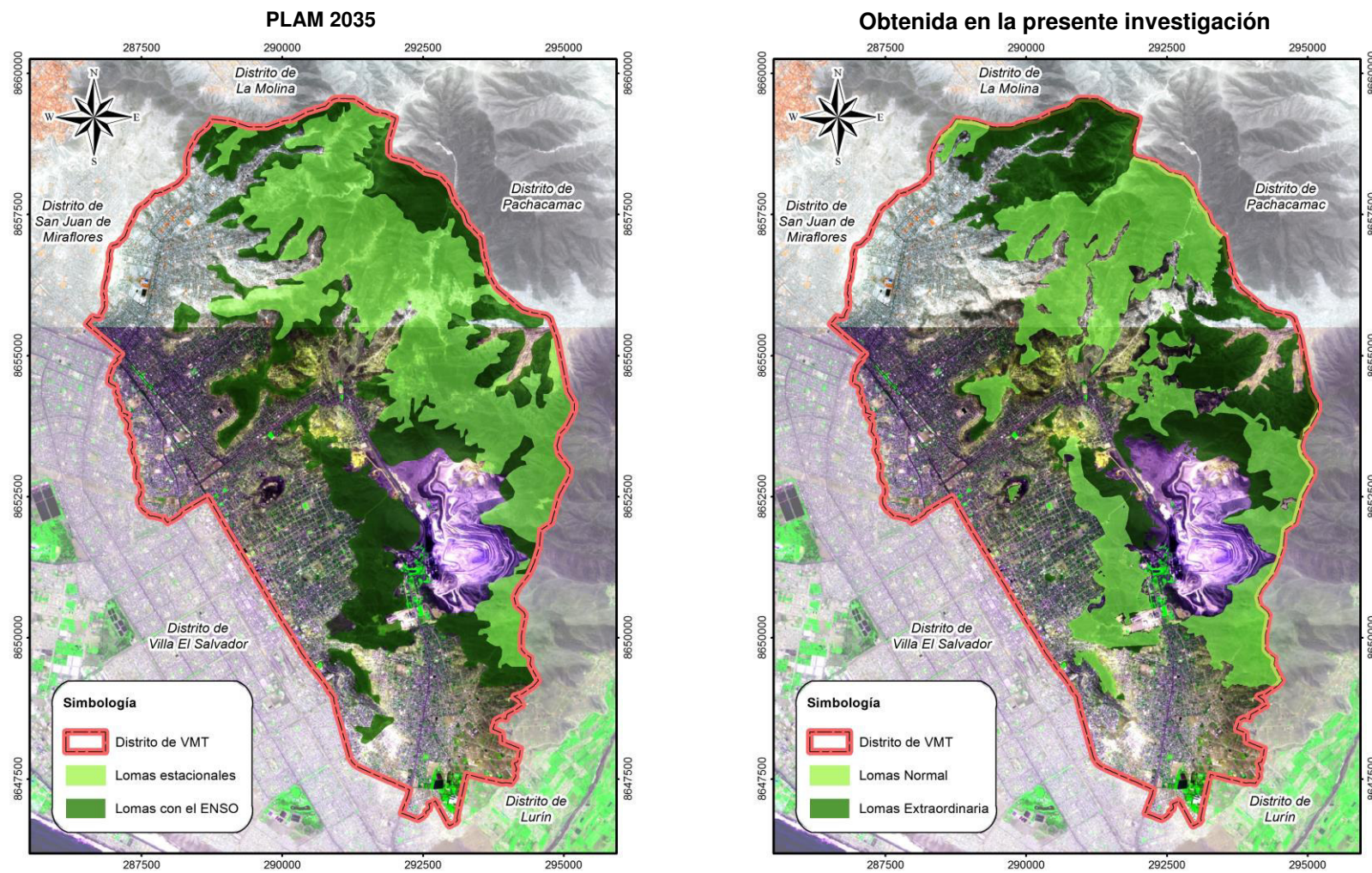
### **Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano - PLAM 2035**

El mapa de lomas estacionales y con fenómenos El Niño presentado en el PLAM. Dicha investigación estimó mediante el NDVI, la superficie de las lomas en las épocas regular y con fenómenos El Niño. Sin embargo, dicho informe resalta que la superficie está sobreestimada, probablemente porque utilizaron diferente umbral de NDVI y no corrigieron atmosféricamente la imagen satelital analizada.

Posiblemente, esta sea la razón por la que visualizamos diferencias notables al traslapar ambas cartografías.



**Figura 36. Comparación de la cobertura vegetal de las lomas del PLAM 2035 y la obtenida en la presente investigación**



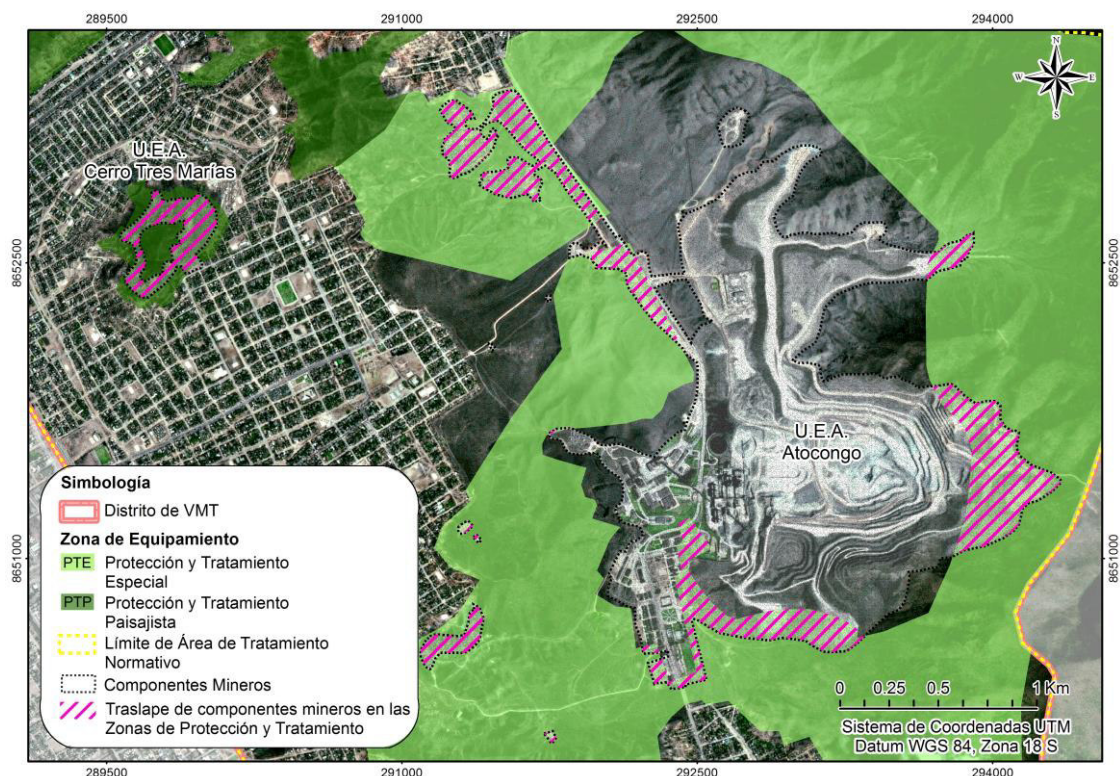
Elaboración propia. Fuente: PLAM 2035-MML, Landsat, Spot, IGN, Rapid Eye.

## ***Instituto Metropolitano de Planificación (IMP)***

Se analizó la Ordenanza 1084 que aprueba el reajuste integral de la zonificación de los usos de suelo de los distritos San Juan de Miraflores y Villa María del Triunfo, la cual establece las laderas libres de ocupación urbana del distrito como zona de Protección y Tratamiento Paisajista (PTP) y las aledañas a las operaciones Atocongo de Unacem como zona de Protección y Tratamiento Especial (PTE).

La cartografía de la Ordenanza 1084 publicada en octubre del 2007 fue comparada con una imagen satelital Spot y la delimitación de los componentes mineros del mismo año, por lo que se pudo observar que existe un traslape de 73.2 ha de las canteras, botaderos y componentes auxiliares de la UEA Atocongo con la zona catalogada como PTE. Asimismo, la ordenanza no menciona los criterios de delimitación de la zona PTE, sin embargo da a entender que son zonas de protección que se encuentran en las concesiones pertenecientes a Unacem. Por otro lado, no existe concordancia entre la zona catalogada como Industria Pesada en el sector Atocongo con la huella que ocupaban los componentes en dicho año. El mismo error cartográfico se aprecia para la cantera de extracción de agregados de materiales de construcción de Minera Tres Estrellas SA no figura como zona Industrial sino como zona de PTP.

**Figura 37. Error en la delimitación de las zonas de PTP y PTE**



Fuente: Spot (2007), IMP (2007)

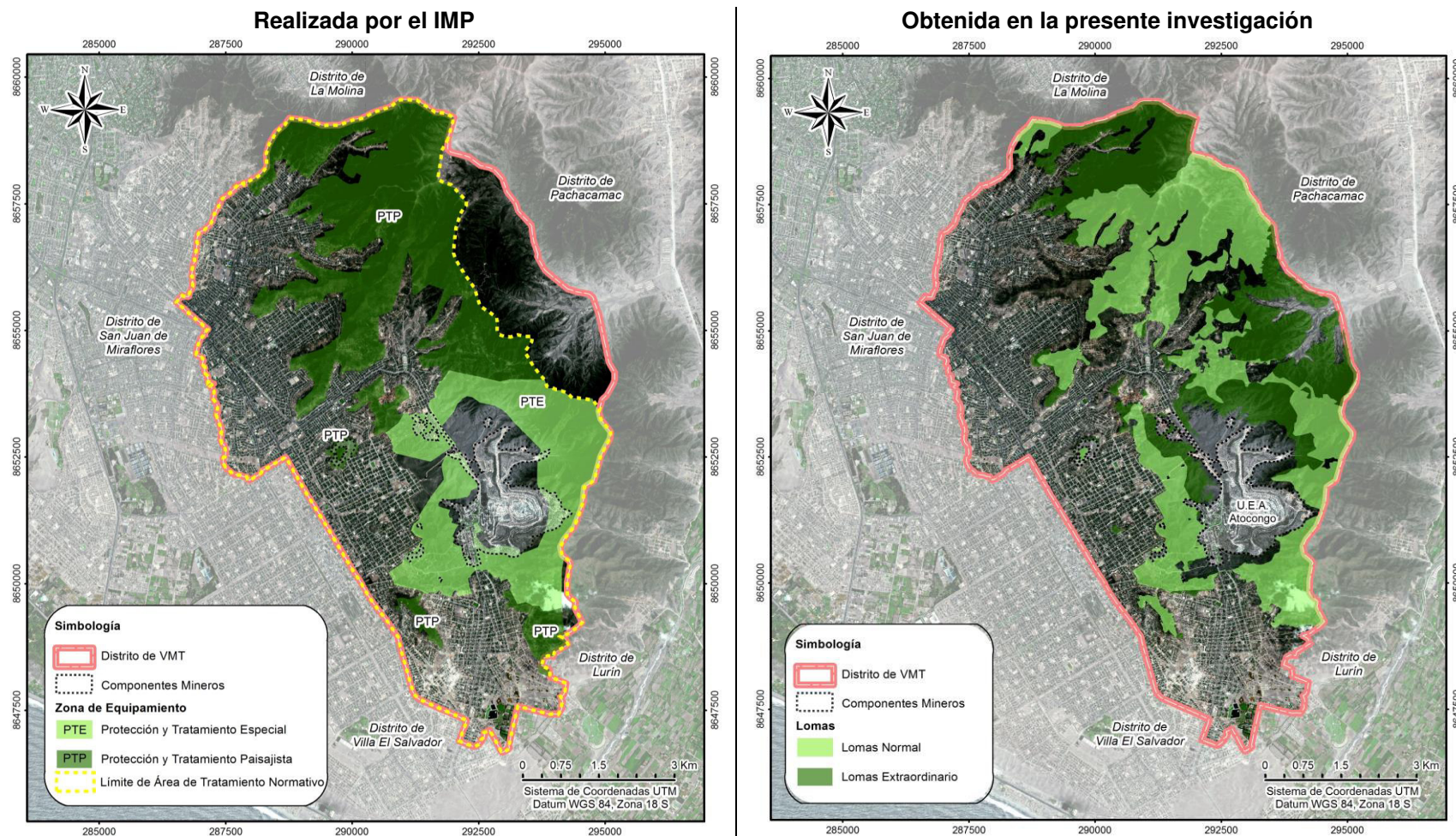


Referente a las comparaciones realizadas sobre el casco urbano, se observó concordancia entre la cartografía de la ordenanza y la delimitada en la presente investigación.

Cabe mencionar que los límites del área de tratamiento normativo limitan por el este con la línea de cumbres que separa las laderas occidentales con las orientales; por lo que no coincide con el distrito de Villa María del Triunfo.

Las áreas clasificadas como PTP y PTE han sido delimitadas tomando en consideración las áreas remanentes sin uso, por lo que cubren todas las laderas del distrito. Esta cartografía es similar a la obtenida para la cobertura vegetal extraordinaria (Figura 38).

Figura 38. Comparación de las zonas de protección del IMP con la cobertura vegetal obtenida en la presente investigación



Elaboración propia. Fuente: IMP (2007), Landsat, Spot (2007), IGN.

## **CONCLUSIONES**

Finalmente, en este capítulo se puntualizan las conclusiones más sobresalientes de acuerdo a los objetivos planteados:

### **Estimación de la superficie de la cobertura vegetal potencial de las lomas del distrito de Villa María del Triunfo, durante los años 1986-2014**

- El índice de vegetación evaluado, NDVI (con un umbral mayor a 0.15) derivado de cinco imágenes Landsat y una Spot, permitió delimitar la cobertura vegetal presente en las lomas del área de estudio.
- La extensión de la cobertura vegetal de las lomas del área de estudio, varía año tras año, y dentro de una misma temporada obtiene generalmente el óptimo desarrollo fenológico entre los meses de agosto y setiembre, y va desapareciendo paulatinamente antes de iniciarse la estación seca en diciembre.
- Las áreas base para las épocas normal y extraordinaria fueron 2221.30 ha y 4099.60 ha, respectivamente.

### **Variación de la superficie de la cobertura vegetal de las lomas del distrito de Villa María del Triunfo frente a la expansión urbana y minera, entre los años 1986-2014**

- De la extensión de la cobertura vegetal de lomas en época normal, 584.5 ha (26.3 %) fueron convertidas a suelo urbano y 76.0 ha (3.4 %) fueron convertidas a suelo minero. Asimismo, en el caso de épocas extraordinarias como la ocurrencia del fenómeno El Niño, 1265.7 ha (30.9 %) fueron convertidas a suelo urbano y 226.5 ha (5.5 %) fueron convertidas a suelo minero.

- Si bien la evaluación realizada, correspondiente al periodo 1986-2014, creemos que constituye un esfuerzo por conocer cuánto se ha reducido la cobertura vegetal en los últimos 28 años debido a la falta de planificación de la ciudad, principalmente.
- La expansión urbana se caracteriza por iniciar como invasiones informales de pobladores de bajos recursos sobre suelos marginales para la habilitación urbana. En cambio la expansión minera para el caso de Unacem, es una expansión formal en cuanto a la obtención de la certificación ambiental y categoría de uso del suelo.

**Proponer una delimitación de las lomas del distrito de Villa María del Triunfo en base a la intensidad y frecuencia del índice de vegetación por diferencia normalizada para su conservación**

- La delimitación de lomas propuesta para su conservación en la presente investigación, se clasifica en normal y extraordinaria, las cuales abarcan una superficie de 1560.8 ha y 2607.4 ha.
- Si bien, las delimitaciones de las lomas que comprenden el distrito de VMT realizadas por instituciones públicas como: el Minagri, el IMP, la MML, fueron elaboradas bajo diferentes criterios como trabajos de campo y delimitación visual o espectral a partir una imagen satelital que no necesariamente corresponde a la temporada húmeda o del máximo desarrollo fenológico. Estas estimaciones presentan ciertos errores de delimitación y superposición con infraestructura minera y zonas urbanas existentes a la fecha en que realizó su respectiva publicación. Sin embargo, en la presente investigación se innova al analizar multitemporalmente los índices de vegetación de las imágenes de satélite correspondientes a la temporada húmeda, así como cuantificar la evolución a través del tiempo de las ampliaciones mineras como de la zona urbana; con lo que se obtuvieron resultados con mayor precisión.

## RECOMENDACIONES

- Sería ideal utilizar una mayor cantidad de imágenes satelitales con mayor resolución espacial, a fin de obtener mejor precisión en la estimación de la cobertura vegetal.
- Las instituciones estatales deben replicar la metodología de la presente investigación para delimitar las potenciales áreas de conservación en las diversas lomas costeras aún existentes.
- En los instrumentos de planificación urbana, se debe considerar el análisis geohistórico de la pérdida de superficie de cobertura vegetal en las lomas, a fin de planificar adecuadamente la ocupación del territorio.
- Las autoridades competentes deben implementar barreras territoriales, con el objetivo de frenar la ocupación de las lomas por invasores de terrenos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Administración de Parques Nacionales - Sistema de Información de Biodiversidad (APN – SIB). (2005). Protocolo para el pre procesamiento de imágenes satelitales Landsat para aplicaciones de la administración de parques nacionales. Buenos Aires, Argentina. 21.
- Brack, A. (2004). Ecología. Enciclopedia Temática del Perú. Lima, Perú: Editorial Obis Ventures, 81-84.
- Brack, A., & Mendiola, C. (2010). Ecología del Perú (tercera ed.). Lima, Perú: Editorial Bruño.
- Brizuela, A., Aguirre C., & Velasco, I. (2007). Aplicación de métodos de corrección atmosférica de datos Landsat 5 para análisis multitemporal. Teledetección, hacia un mejor entendimiento de la dinámica global y regional, 207-213.
- Cementos Lima SA (1999). Estudio de impacto ambiental de la ampliación de la cantera Atocongo. Lima: Walsh Perú SA.
- Cementos Lima SA (2012). Modificación del plan de cierre de mina de las canteras y botaderos de la UEA Atocongo. Lima: Walsh Perú SA.
- Chipana, J. (2009). Historia del distrito de Villa María del Triunfo. Recuperado el 02 de enero de 2015, de Patrimonio Cultural y Natural de Lima Sur: <http://limasur-peru.blogspot.com/2009/01/historia-de-villa-maria-del-triunfo.html>.
- Chipana, J. (2013). Agricultura & minería en una zona ecológica de Lima. Las lomas de Atocongo (1912-1942). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima: Instituto Ichsma.
- Chuvieco, E. (2008). Teledetección Ambiental (tercera ed.) Barcelona, España: Editorial Ariel SA. 595.
- Comando Ecológico. (2014). Eventos ecológicos en las lomas de Villa María del Triunfo. Recuperado el 24 de agosto de 2015, de Grupo Ecologista Peruano "Comando Ecológico": <http://comando-ecologico.blogspot.pe/search?updated-min=2014-01-01T00:00:00-08:00&updated-max=2015-01-01T00:00:00-08:00&max-results=50>.
- Dillon, M. (2005). Solanaceae for the Lomas formations of Coastal Peru and Chile. En Hollowell, Keating, Lewis, & Croat (Edits.), A festschrift for William G.D' Arcy: The legacy of a Taxonomist (págs. 131-155). Missouri: Missouri Botanical Garden Press.

- Dillon, M., Nakazawa, M., & Leiva, G. (2003). The Lomas Formations of Coastal Peru: Composition and Biogeographic History. (J. Hass, & M. Dillon, Edits.) *Fieldiana Botany*(43), 1-9.
- Esperanza, F y Zerda, H. (2002). Potencialidad de los índices de vegetación para la discriminación de coberturas forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Forestales, Santiago del Estero.
- Ferreyra, R. (1993). Registros de la vegetación en la costa peruana en relación con el fenómeno El Niño. Recuperado el 11 de enero de 2015 de [http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/CD\\_nino/pdf/spa/doc9284/doc9284-contenido.pdf](http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/CD_nino/pdf/spa/doc9284/doc9284-contenido.pdf).
- Gonzaga, C. (2014). Aplicación de Índices de Vegetación Derivados de Imágenes Satelitales Landsat 7 ETM+ y ASTER para la Caracterización de la Cobertura Vegetal en la Zona Centro de la Provincia De Loja, Ecuador. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1998). Metodología de la Investigación (Segunda ed.). México D.F., México: McGraw-Hill Interamericana Editores SA
- Hernández, L., Seoane, A., Jaspe, A., & Taibo, J. (2008). Aplicación de técnicas de iluminación para obtención de cuencas visuales en estudios de impacto ambiental. Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura, 1-5.
- Instituto Metropolitano de Planificación. (2007). Ordenanza que aprueba el reajuste integral de la zonificación de los usos de suelos de los distritos San Juan de Miraflores y Villa María que forman parte del Área de Tratamiento Normativo I de Lima Metropolitana. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales. (2002). Plan maestro de la Reserva Nacional de Lachay 2003-2007. Lima, Perú.
- Loma Verde. (2014). Proyectos ecológicos en Villa María del Triunfo. Recuperado el 24 de agosto de 2015, de Asociación Ambientalista "Loma Verde": <http://www.lomaverde.galeon.com>.
- Minera Tres Estrellas SA (2012). Instrumento de Gestión Ambiental Correctivo Concesión Minera "Tres Marías 2004". Lima: Asesores y Consultores Mineros.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2013a). Guía de flora de las lomas costeras de Lima. Lima, Perú: Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2013b). Informe de evaluación del estado de conservación de la loma de Villa María del Triunfo. Lima: Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre.

- Ministerio de Agricultura y Riego. (14 de octubre de 2013). Resolución Ministerial n.º 401-2013-MINAGRI. Reconocen e inscriben en la Lista de Ecosistemas Frágiles a las Lomas de Villa María. Lima: Diario El Peruano.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2015). Guía de flora de las lomas costeras de Lima. Lima, Perú: Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre.
- Ministerio de Energía y Minas. (s/f). Perú: País minero. Recuperado el 02 de febrero de 2015, de [http://www.minem.gob.pe/\\_detalle.php?idSector=1&idTitular=159&idMenu=sub149](http://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=1&idTitular=159&idMenu=sub149).
- Ministerio de Salud. (2015). Establecimientos de salud de Villa María del Triunfo. Lima.
- Moschella, P. (2012). Variación y protección de humedales costeros frente a procesos de urbanización. Casos Ventanilla y Puerto Viejo. Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/3>.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2011). Visión espacial de la estructura ecológica de Lima Metropolitana. Servicio de Parques de Lima, Lima.
- Municipalidad Distrital de Villa María del Triunfo. (2013). Plan operativo institucional de la Municipalidad Distrital de Villa María del Triunfo. Lima: Gerencia de Planeamiento y Presupuesto.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2014a). Expediente Técnico para el establecimiento del Área de Conservación Regional Sistema de Lomas de Lima. Lima.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2014b). Ordenanza que establece los principios de la estructura ecológica de Lima Metropolitana. Lima: Diario El Peruano.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2014c). Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano 2035. Recuperado el 3 de noviembre de 2014, de <http://plam2035.gob.pe/plam2035/>.
- Naciones Unidas. (2003). Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación. Resumen. Recuperado el 18 de noviembre de 2014, de <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.3.aspx.pdf>
- ONG ALEV. (2014). Estrategias relacionadas a los trabajos de las conservación de ecosistemas frágiles. Recuperado el 24 de agosto de 2015, de ONG "Asociación de Líderes de Educación Verde": <http://ong-alev.weebly.com/nosotros.html>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - UNESCO. (s/f). Glosario. Recuperado el 17 de octubre de 2014, de <http://www.unesco.org/mab/doc/ekocd/spanish/glossary.html>.

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - UNESCO (1995), Biosphere Reserves "The Sevilla Strategy & The Statutory Framework of the World Network". Recuperado el 25 de octubre de 2015, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001038/103849Eb.pdf>.
- Palacios, J. (s/f). Estudio de la influencia del medio ambiente en el ciclo de crecimiento, desarrollo y floración del amancay (*Ismene amancaes* Ruiz & Pavón). Recuperado el 10 de junio de 2016, de <http://tarwi.lamolina.edu.pe/ornamentales/pdfs/Proyecto%20Amancaes.pdf>.
- Pérez, M & Muñoz, A. (2006). Teledetección nociones y aplicaciones. Universidad de Salamanca. 356.
- Proyecto Lomas. (2014b). Pacto político por las lomas de Lima. Recuperado el 03 de junio de 2016, de [http://proyectolomas.weebly.com/uploads/1/0/6/3/10637077/pacto\\_politico\\_por\\_las\\_lomas\\_de\\_lima.pdf](http://proyectolomas.weebly.com/uploads/1/0/6/3/10637077/pacto_politico_por_las_lomas_de_lima.pdf).
- Rouse, J. W., Haas, R. W., Schell, J. A., Deering, D. H. & Harian, J. C. (1974). Monitoring the vernal advancement andretrogadation (Greenwave effect) of natural vegetation. Greenbelt, MD. USA, NASA/GSFCT.
- Roque, J. (2012). Diversidad biológica de las lomas de Lima: Implicancias para su gestión. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima: Museo de Historia Natural. Recuperado el 11 de enero de 2015, de <https://es.scribd.com/doc/219572582/02-Diversidad-Biologica-de-Las-Lomas-de-Lima#download>.
- Salcedo, L. (1997). Excavaciones en cerro Tres Marías (valle de Lurín): Un campamento temporal del período Arcaico en las lomas de Atocongo. Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/749>.
- Sánchez, E. Torres, M. Palacios, A. Aguilar, M. Pino, S. & Granado, L. (2000). Comparación del NDVI con el PVI y el SAVI como indicadores para la asignación de modelos de combustible para la estimación del riesgo de incendios en Andalucía. Tecnologías Geográficas para el Desarrollo Sostenible Departamento de Geografía. Universidad de Alcalá, 164-174.
- Sellers, P. (1989). Vegetation – Canopy Spectral reflectance and Biophysical processes, en Theory and applications of optical Remote Sensing, ED. G Asrar, Wiley, New York, 297-335.
- Servicio Nacional de Parques de Lima. (2014). Lomas de Lima, futuros parques de la ciudad (primera ed.). Lima, Perú.

- Servicio Geológico de los Estados Unidos. (s/f). Imágenes satelitales Landsat del área de estudio. Recuperado el 20 de mayo de 2014, de <http://landsat.usgs.gov/>.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2014a). El fenómeno El Niño en el Perú. Recuperado el 03 de marzo de 2015 de [http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/07/Dossier-El-Ni%C3%B1o-Final\\_web.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/07/Dossier-El-Ni%C3%B1o-Final_web.pdf).
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2014b). Calidad del aire en la zona metropolitana de Lima y Callao. Boletín de vigilancia de la calidad del aire en la zona metropolitana de Lima y Callao.
- Sigmur. (2006). Universidad de Murcia. SIG y Teledetección. Murcia – España. Recuperado el 20 de diciembre de 2015 de <http://www.um.es/geograf/sigmur/>.
- Sotomayor Melo, D., & Jiménez Milón, P. (2008). Condiciones meteorológicas y dinámica vegetal del ecosistema costero lomas de Atiquipa (Caravelí - Arequipa) en el Sur del Perú. *Ecología Aplicada*, 8.
- Trinidad, H., Huamán-Melo, E., Delgado, A., & Cano, A. (2012). Flora vascular de las lomas de Villa María y Amancaes, Lima, Perú. *Revista Peruana de Biología*. Recuperado el 23 de enero de 2016, de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172799332012000200005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172799332012000200005&script=sci_arttext).
- Unión Andina de Cementos SAA (2014). Actualización y modificación del estudio de impacto ambiental de las canteras Atocongo. Lima: Schlumberger Water Services.
- Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006). Urbanización periférica y deterioro ambiental en la ciudad de México.
- Valdivia, J. (1977). Meteorología general. Lima, Perú: Dirección Universitaria de Biblioteca y Publicaciones de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Velasquez, M. (2013). Variación de la composición florística de las lomas de Tacahuay desde el Pleistoceno hasta la actualidad (Tacna-Perú). Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Zhongming, W. Brian G. Lees, Jiao Feng, Lei Wanning & Shi Haijing. (2009). Stratified vegetation cover index: A new way to assess vegetation impact on soil erosion. National Basic Research Program of China and National Natural Science Foundation of China and Western Light Project of CAS(2009y236)., 83, 87 – 93.



## **ANEXOS**

**ANEXO 1**  
**TRABAJO DE CAMPO**

**Cuadro 41. Datos de campo de los puntos de control**

Fecha	Punto de control n.º	Sector del distrito	Sistema de Coordenadas UTM, Datum WGS84, Zona 18 S			Fotos	Azimut aproximado	Descripción - Resultado
			Norte (m)	Este (m)	Altitud (msnm)			
25/05/14	01	José Carlos Mariátegui	8 657 178	290 660	585	IMG_20140525_093857	+110º a +170º	La cuenca visual del punto de control n.º 1 muestra el posicionamiento de las viviendas en las laderas de las lomas de Paraíso.
22/06/14	02	José Carlos Mariátegui	8 657 283	290 728	600	DSC03094	+170º a +240º	La cuenca visual del punto de control n.º 2 muestra una masa vegetal herbácea continua y densa en los alrededores de los AA. HH. Edén de Manantial y El Paraíso, asimismo, abarca rangos de NDVI entre los umbrales 0.15 a 0.5
22/06/14	03	José Carlos Mariátegui	8 657 693	290 029	615	DSC03137	-65º a +10º	La cuenca visual del punto de control n.º 3, muestra ocupaciones informales recientes promovidas por la Asociación Señor de Lampa; asimismo, las laderas muestran escasa cobertura vegetal herbácea y discontinua, poseen un NDVI que abarca rangos entre los umbrales 0.15 a menos.
22/06/14	04	José Carlos Mariátegui	8 657 828	290 855	742	IMG_20140622_123000	+250º a +290º	En la cuenca visual del punto de control n.º 4 se se puede apreciar la cobertura vegetal de las lomas en plena temporada húmeda; asimismo, hacia el fondo se ve el torreón de vigilancia de La Molina y un especie de carretera.
31/08/14	05	José Carlos Mariátegui	8 656 670	290 505	468	IMG_4691	+245º a +280º	En la cuenca visual del punto de control n.º 5 se puede ver vegetación arbustiva producto del manantial que esta al frente de la iglesia de la zona; adentrándose en los arbustos se puede observar como emana el agua desde suelo.

**Cuadro 41. Datos de campo de los puntos de control**

Fecha	Punto de control n.º	Sector del distrito	Sistema de Coordenadas UTM, Datum WGS84, Zona 18 S			Fotos	Azimut aproximado	Descripción - Resultado
			Norte (m)	Este (m)	Altitud (msnm)			
31/08/14	06	José Carlos Mariátegui	8 656 277	290 738	618	IMG_4735	+275º a +325º	En la cuenca visual del punto de control n.º 6 se ve el neblinero en las lomas ubicada en la parte más alta, también se puede observar como la vegetación trepadora se asienta en dicho neblinero.
03/10/14	07	José Carlos Mariátegui	8 657 120	290 796	593	IMG_4952	+245º a +315º	La cuenca visual del punto de control n.º 7 (tomada desde la zona de “agricultores urbanos”) , muestra un excelente paisaje en la entrada del circuito turístico de las lomas de Paraíso, notese que las viviendas están muy cerca a la entrada de tal circuito.
16/10/14	08	Nueva Esperanza	8 653 688	289 812	195	DSC03663	-70º a +10º	La cuenca visual del punto de control n.º 8 (tomada desde la av. 26 de Noviembre – Cuadra 10), es posible ver cobertura vegetal en las laderas del Cerro Arbolito.
16/10/14	09	Atocongo	8 653 350	291 597	243	GEV00001	+170º a +240º	La cuenca visual del punto de control n.º 9 (tomada desde la av. Atocongo), muestra al Botadero de Puzolana, el cual ha sido revegetado.
16/10/14	10	Atocongo	8 652 155	292 405	200	GEV00002/ 11GEV0000 3	+200º a 270º	La cuenca visual del punto de control n.º 10 (tomada desde la av. Atocongo), muestra al cerro Castilla, el cual tiene muy escasa cobertura vegetal invernal (casi nula).
16/10/14	11	José Galvez	8 650 687	292 317	155	GEV00004	+260º a 310º	La cuenca visual del punto de control n.º 11 (tomada desde la av. Atocongo), muestra al cerro Mirador, el cual tiene una cobertura vegetal continua.
16/10/14	12	José Galvez	8 650 620	292 327	155	DSC03669	+65º a +120º	La cuenca visual del punto de control n.º 12 (tomada desde la av. Atocongo), muestra una masa vegetal herbácea densa en el cerro Lúculo, limitando por el noroeste con el botadero Quebrada Puquio, cuyo NDVI abarca rangos entre los umbrales 0.2 a 0.5.

**Cuadro 41. Datos de campo de los puntos de control**

Fecha	Punto de control n.º	Sector del distrito	Sistema de Coordenadas UTM, Datum WGS84, Zona 18 S			Fotos	Azimut aproximado	Descripción - Resultado
			Norte (m)	Este (m)	Altitud (msnm)			
16/10/14	13	José Gálvez	8 649 295	292 609	115	DSC03678	+20º a +100º	La cuenca visual del punto de control n.º 13 (tomada desde la av. Lima en la zona urbana de José Gálvez), muestra una masa vegetal herbácea continua y densa en el cerro Lúcumo, cuyo NDVI abarca rangos entre los umbrales 0.15 a 0.5.
01/11/14	14	José Gálvez	8 657 156	291 689	655	IMG_5141	+125º a +190º	La cuenca visual del punto de control n.º 14 muestra el camino de la zona de chancheros y la huamreda producida por las actividades.
01/11/14	15	José Gálvez	8 656 632	291 112	550	IMG_5159	+200º a +265º	En la cuenca visual del punto de control n.º 15 se aprecia las lomas de Paraíso y como el camino hecho por los chancheros ha fragmentado dicho ecosistema.
01/11/14	16	José Gálvez	8 656 384	291 129	487	IMG_5188	-65º a 0º	La cuenca visual del punto de control n.º 16 muestra una especie de bosque en la zona de chancheros, en lo mas alto de la zona de virgen del Lourdes; este pequeño bosque es producido por un manatíal activo al interior de el.
01/11/14	17	José Gálvez	8 656 461	291 087	511	IMG_5209	+150º a +210º	La cuenca visual del punto de control n.º 17 muestra el paisaje alterado por la actividad de los chancheros desde el bosque del manatíal, hacia el fondo se ven los cerros de Nueva esperanza.
01/11/14	18	José Gálvez	8 656 017	291 166	427	IMG_5237	+170º a +215º	En la cuenca visual del punto de control n.º 18 se puede apreciar la zonas aocupadas por los chancheros y al centro, 3 personas preparando el alimento para los chanchos.
01/11/14	19	José Gálvez	8 655 904	291 211	412	IMG_5238	-50º a +10º	La cuenca visual del punto de control n.º 19 muestra una vista hacia arriba de las opcupacion de los chancheros; al lado superior izquierdo, algo nublado están las lomas de Paraíso.

**Cuadro 41. Datos de campo de los puntos de control**

Fecha	Punto de control n.º	Sector del distrito	Sistema de Coordenadas UTM, Datum WGS84, Zona 18 S			Fotos	Azimut aproximado	Descripción - Resultado
			Norte (m)	Este (m)	Altitud (msnm)			
01/11/14	20	José Gálvez	8 655 686	291 325	416	IMG_5252	+110º a +175º	La cuenca visual del punto de control n.º 20 muestra al cementerio Virgen del Lourdes, el segundo cementerio mas grande del mundo, ocupando las laderas de los cerros.
01/11/14	21	José Gálvez	8 655 566	291 209	399	IMG_5253	+90º a +130º	La cuenca visual del punto de control n.º 21 muestra una vista mas amplia del cementerio Virgen del Lourdes y los caminos que existen.
01/11/14	22	José Gálvez	8 655 423	291 276	381	IMG_5266	+80º a +125º	En la cuenca visual del punto de control n.º 22 se puede ver al cemnterio y la interacción de la población con este, nótese que este cementerio se encuentra rodeado de cerros.
25/10/14	23	José Carlos Mariátegui	8 657 235	289 745	438	IMG_201410 25_094729	+190º a +235º	En la cuenca visual del punto de control n.º 23 se puede apreciar el posicionamiento de las viendas en las laderas de las lomas de Valle Alto. Hacia el fondo, algo nublado, se e gran parte la zona de José Carlos Mariátegui.
25/10/14	24	José Carlos Mariátegui	8 657 297	289 553	444	IMG_201410 25_103603	+230º a +280º	La cuenca visual del punto de control n.º 24 muestra la ocupaciones urbanas más recientes en la zona de valle Alto.
25/10/14	25	José Carlos Mariátegui	8 657 163	290 057	548	IMG_201410 25_132705	+220º a +275º	La cuenca visual del punto de control n.º 25 se pude ver toda la zona de José Carlos Mariátegui, esta imagen fue tomada desde la parte alta del circuito de las vizcachas en las lomas de Valle Alto.
25/10/14	26	José Carlos Mariátegui	8 657 289	290 185	611	IMG_201410 25_134037	+45º a +85º	La cuenca visual del punto de control n.º 26 muestra la zona de chancheros en lo alto de una quebrada aledaña a la zona de Valle Alto.
26/10/14	27	José Carlos Mariátegui	8 657 274	291 160	750	IMG_201410 26_125906	+130º a +170º	La cuenca visual del punto de control n.º 27 muestra una vista desde la parte alta del circuito de las lomas de Paraíso, se puede apreciar en la parte baja la zona de chancheros y hacia el fondo el cementerio de Virgen del Lourdes.

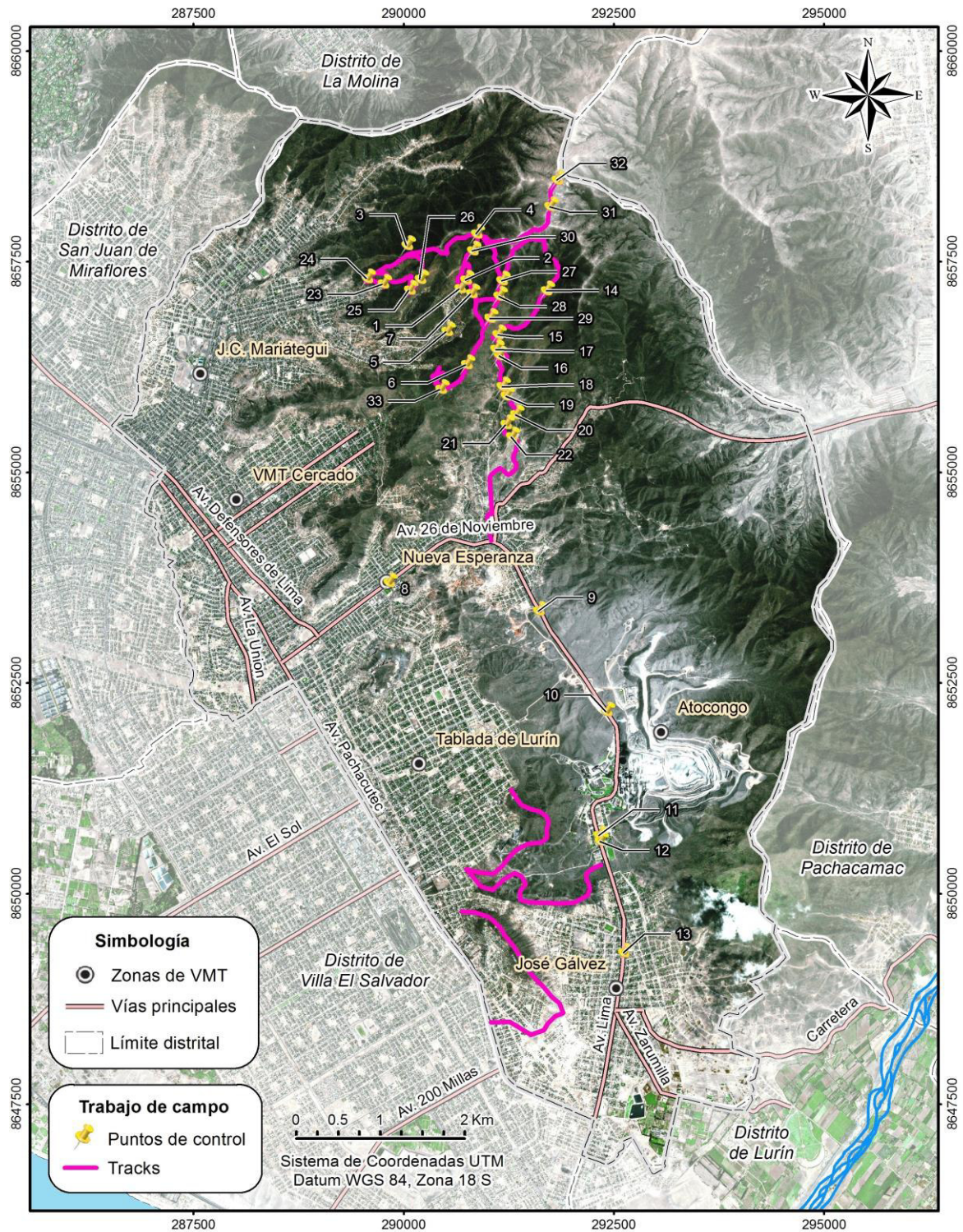


**Cuadro 41. Datos de campo de los puntos de control**

Fecha	Punto de control n.º	Sector del distrito	Sistema de Coordenadas UTM, Datum WGS84, Zona 18 S			Fotos	Azimut aproximado	Descripción - Resultado
			Norte (m)	Este (m)	Altitud (msnm)			
26/10/14	28	José Carlos Mariátegui	8 657 089	291 125	696	IMG_201410 26_130258	+90º a +135º	La cuenca visual del punto de control n.º 28 muestra las construcciones de los “chancheros” que en realidad son invasores en la lomas.
26/10/14	29	José Carlos Mariátegui	8 656 830	291 018	645	IMG_201410 26_131358	+200º a +260º	La cuenca visual del punto de control n.º 29 muestra las superficies parceladas en la cima de las lomas; como se observa, hay especies cultivadas que no deberían estar presentes, esto demuestra que los supuestos agricultores no son más que invasores de lomas.
23/11/14	30	José Carlos Mariátegui	8 657 630	290 809	690	IMG_5397	+170º a +240º	En la cuenca visual del punto de control n.º 30 se observa la zona rocosa y pendiente en la parte alta de las lomas de Paraíso, cerca a la zona de cerro colorado.
23/11/14	31	José Gálvez	8 658 154	291 730	888	IMG_5445	-20º a +25º	La cuenca visual del punto de control n.º 31 muestra como una maquinaria de excavación ha logrado llegar a la cima y formado una especie de camino, dicho camino conduce a la zona de cerro colorado.
23/11/14	32	José Gálvez	8 658 467	291 818	923	IMG_5452	-10º a +40º	La cuenca visual del punto de control n.º 32 muestra la zona de cerro Colorado, hacia el fondo continúa el camino hecha por alguna especie de vehículo de excavación, mucho más al fondo se aprecian los cerros cercanos a la zona de Manchay.
23/11/14	33	José Carlos Mariátegui	8 655 986	290 433	600	IMG_5528	+135º a +195º	En la cuenca visual del punto de control n.º 33 se puede observar las actuales invasiones cerca a una de las rutas de las lomas de Paraíso; como se puede apreciar, ya se encuentran casi en la cima.

Elaboración propia.

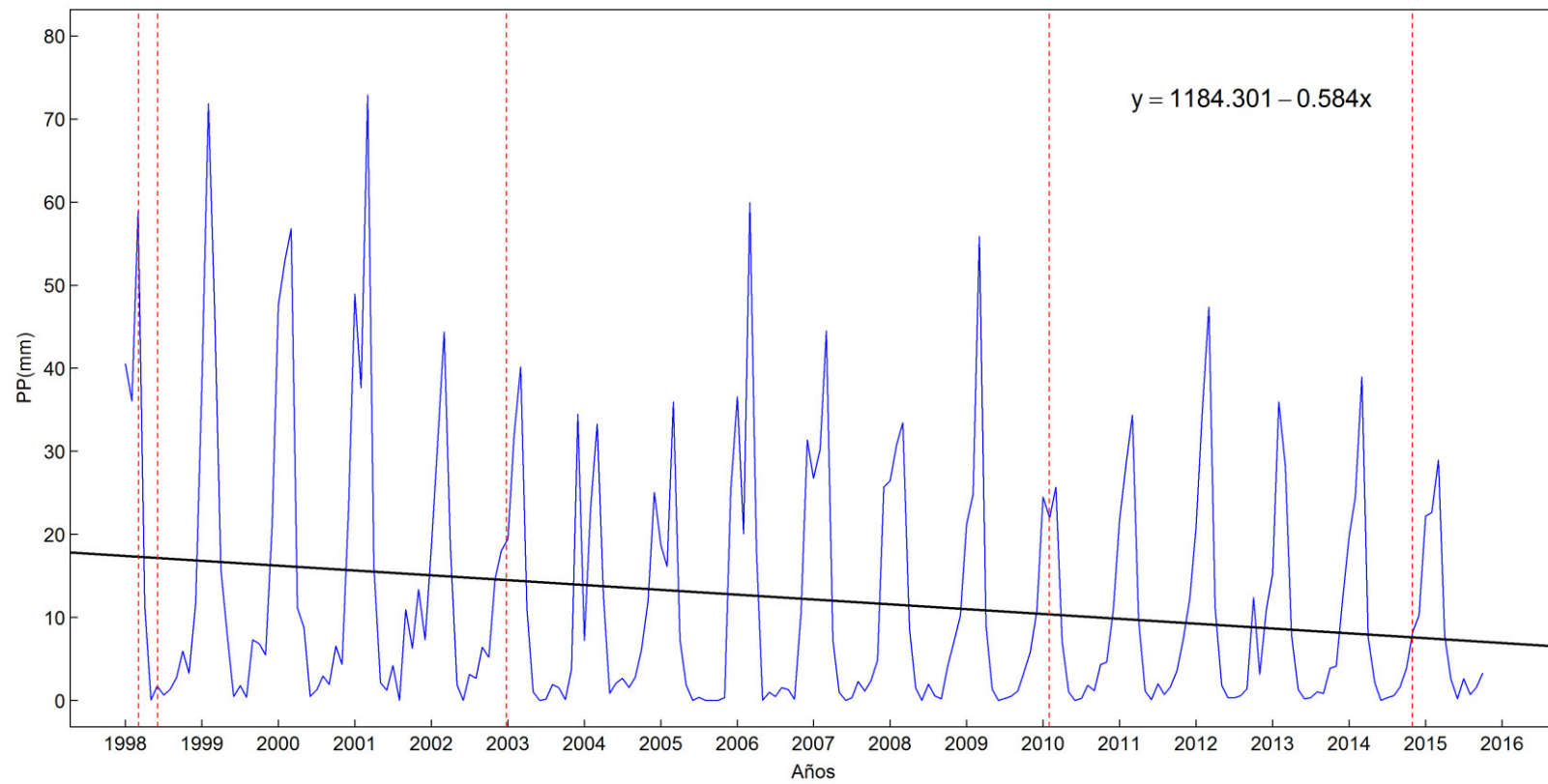
**Figura 39. Tracks y puntos de control del trabajo de campo**



Elaboración propia. Fuentes: Salidas de campo, Google Earth.

### ANEXO 3

#### TENDENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN VMT





## ANEXO 4

### NDVI DE LAS IMÁGENES SATELITALES

Figura 40. Imagen satelital Landsat 1986/10/28

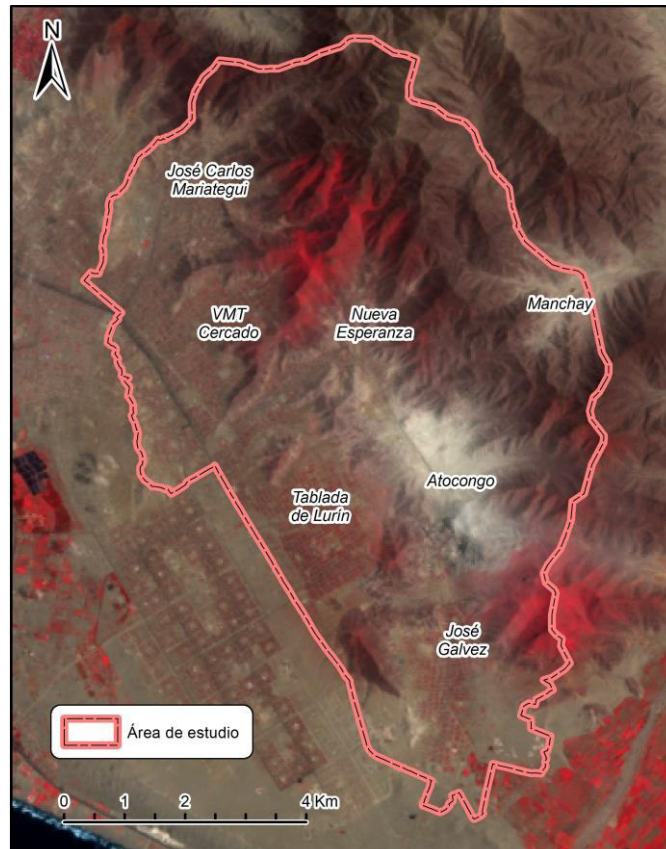
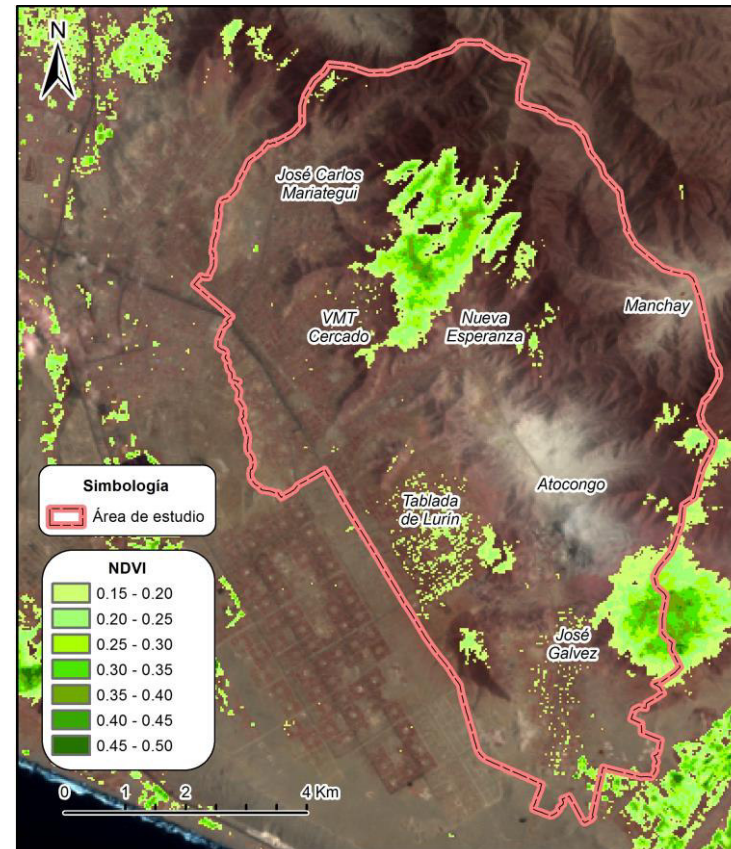


Figura 41. NDVI de la imagen satelital Landsat 1986/10/28



Nota: Imagen satelital Landsat (Combinación 4-3-2)

Elaboración propia. Fuente: Landsat, IGN.

Figura 42. Imagen satelital Landsat 1998/02/15

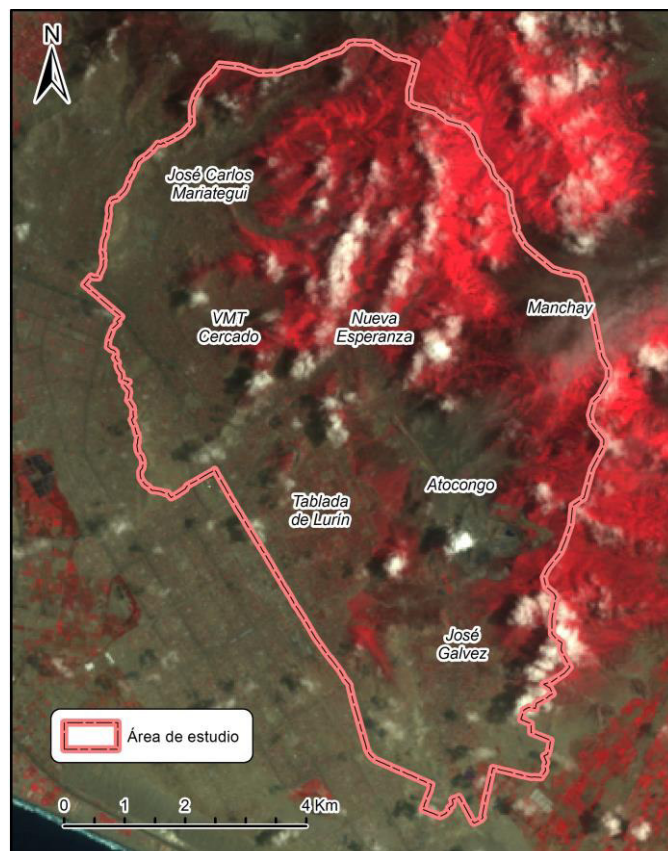
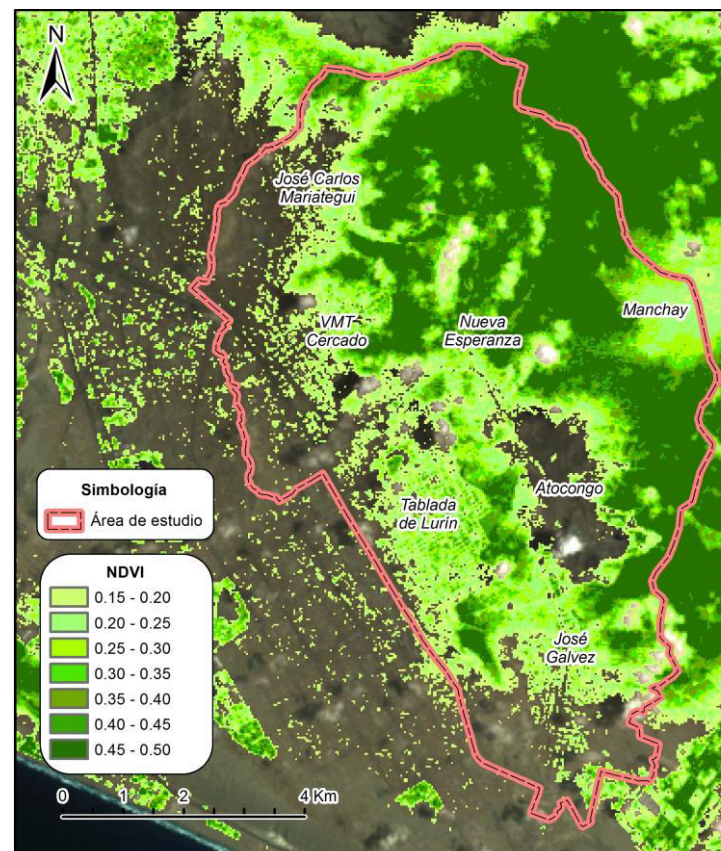


Figura 43. NDVI de la imagen satelital Landsat 1998/02/15



Nota: Imagen satelital Landsat (Combinación 4-3-2)

Elaboración propia. Fuente: Landsat, IGN.



Figura 44. Imagen satelital Landsat 1998/05/06

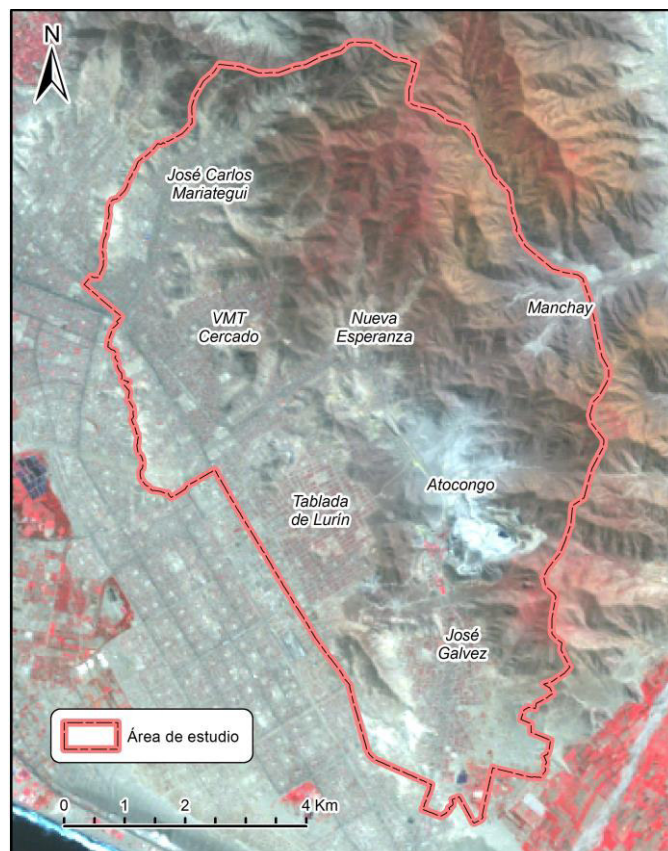
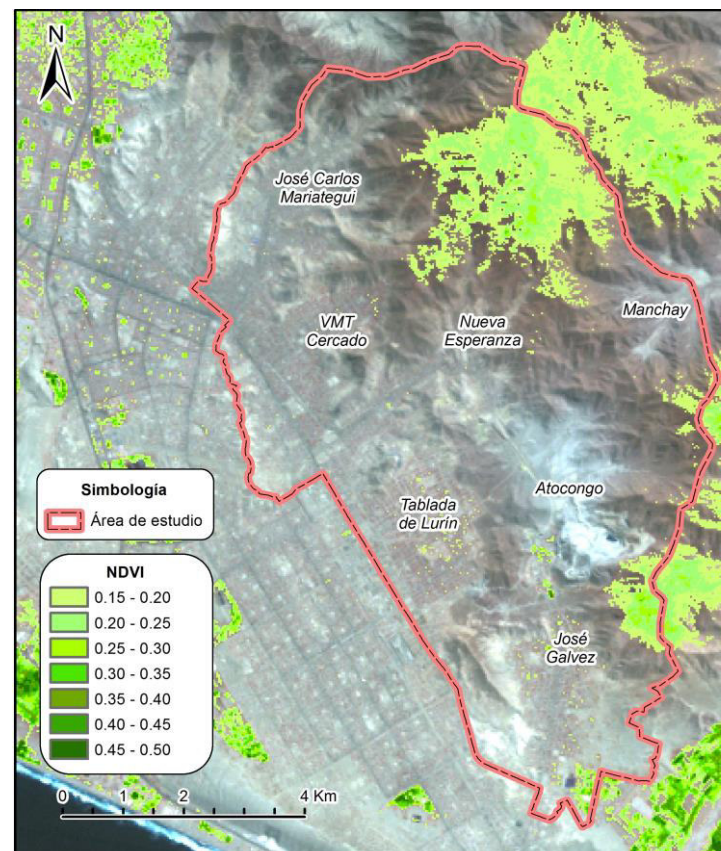


Figura 45. NDVI de la imagen satelital Landsat 1998/05/06



Nota: Imagen satelital Landsat (Combinación 4-3-2)

Elaboración propia. Fuente: Landsat, IGN.

Figura 46. Imagen satelital Landsat 2002/12/13

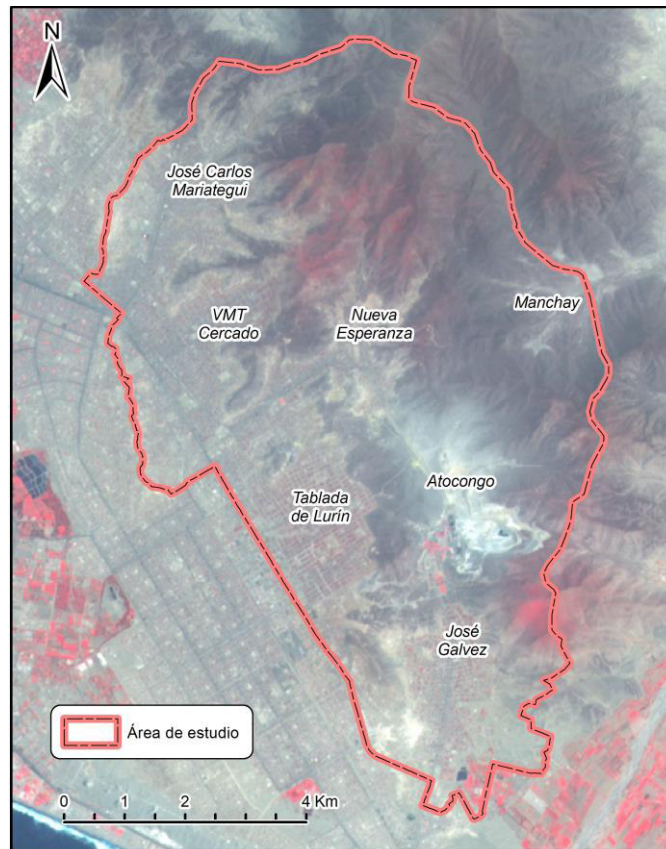
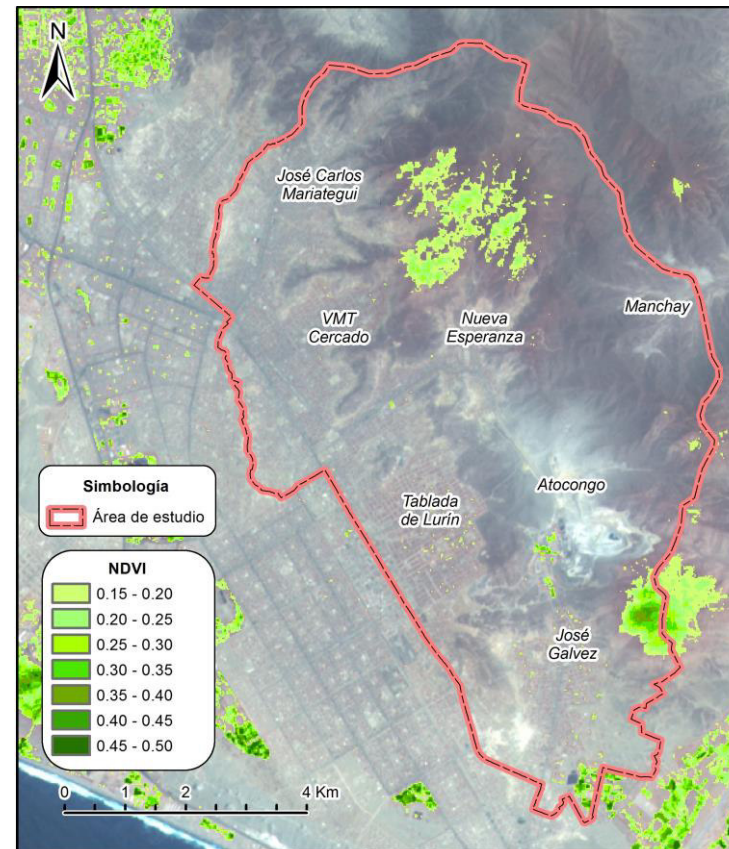


Figura 47. NDVI de la imagen satelital Landsat 2002/12/13



Nota: Imagen satelital Landsat (Combinación 4-3-2)

Elaboración propia. Fuente: Landsat, IGN.



Figura 48. Imagen satelital Landsat 2010/01/31

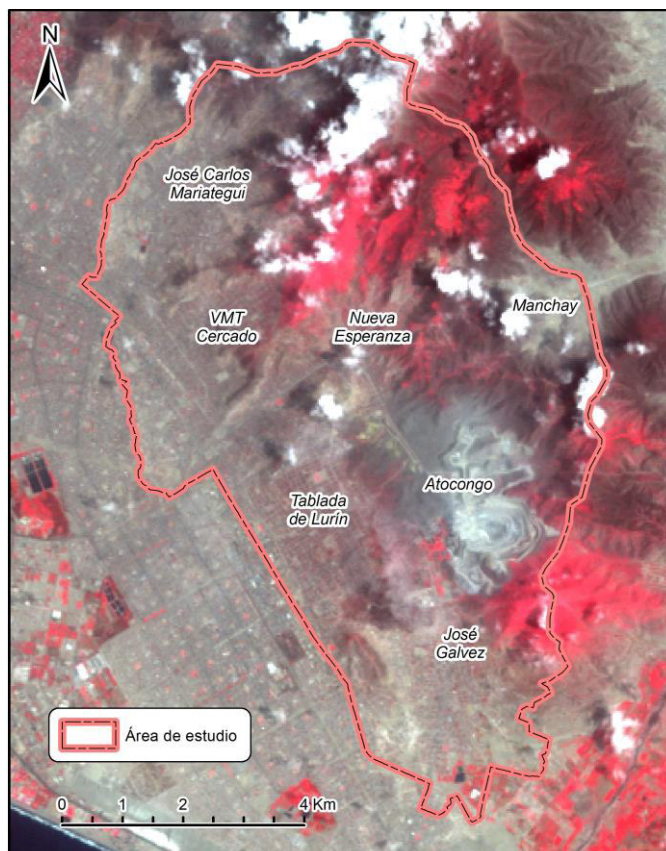
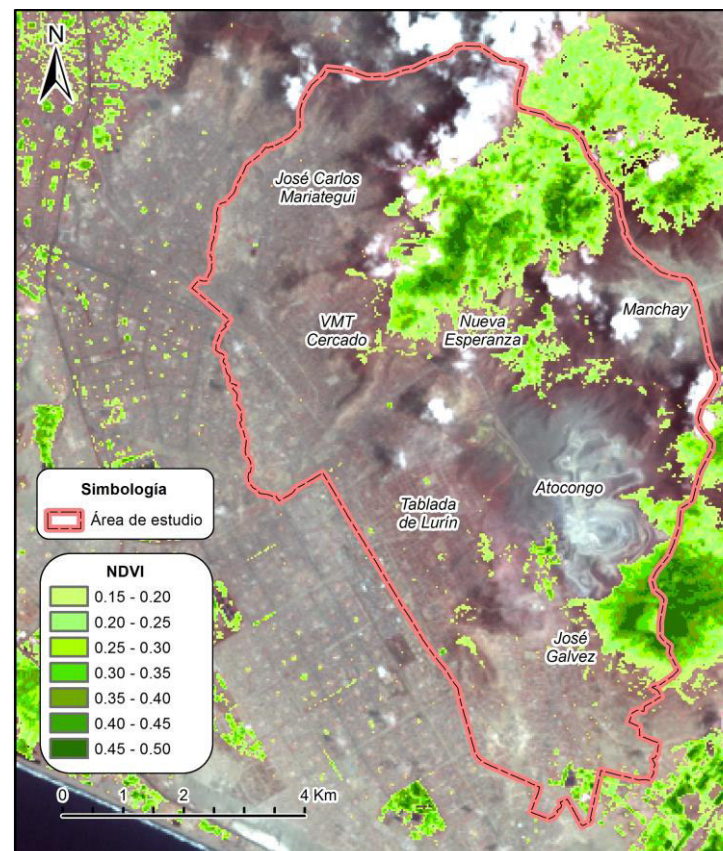


Figura 49. NDVI de la imagen satelital Landsat 2010/01/31



Nota: Imagen satelital Spot (Combinación 3-2-1)

Elaboración propia. Fuente: Spot, IGN.

Figura 50. Imagen satelital Landsat 2014/10/17

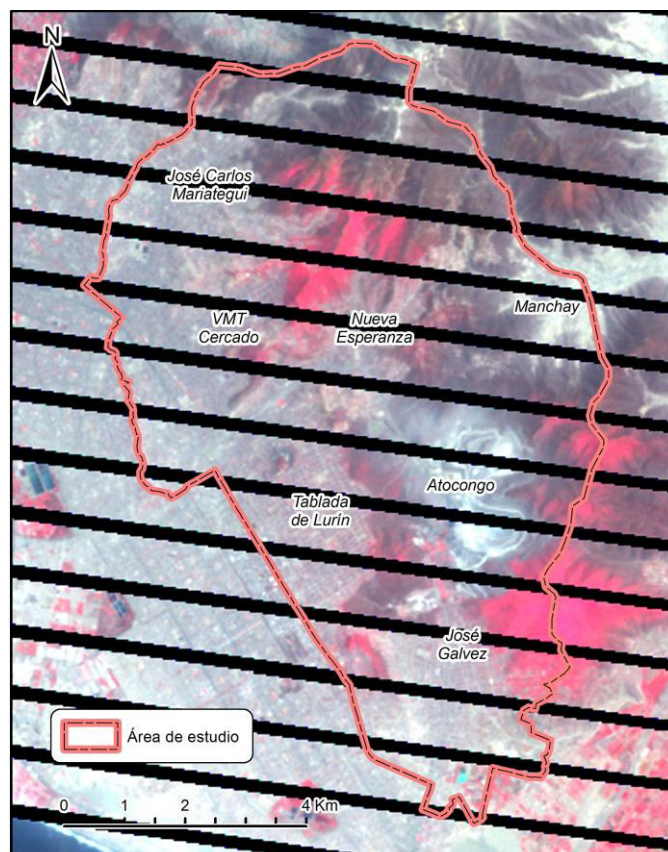
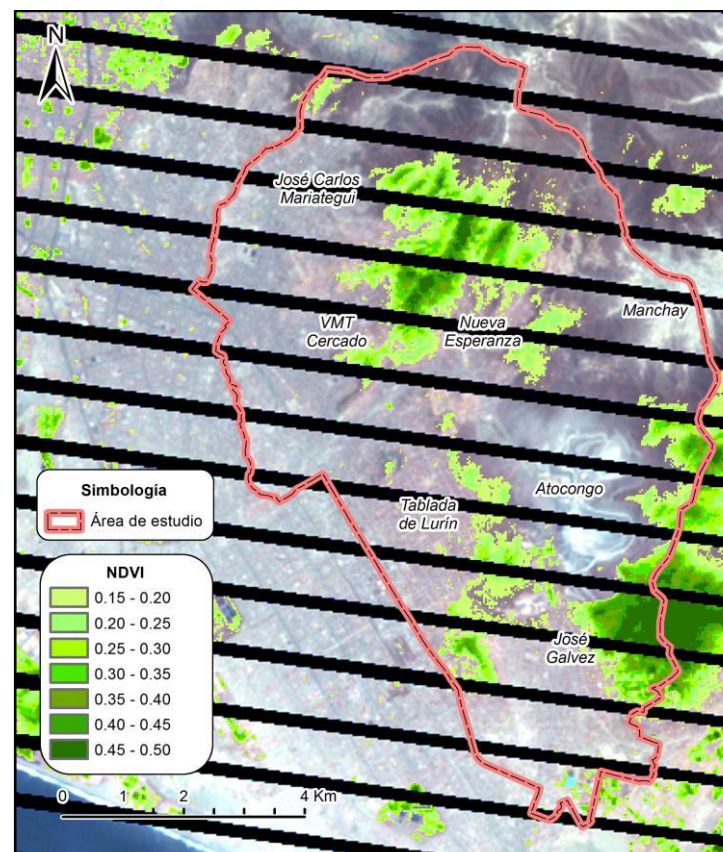


Figura 51. NDVI de la imagen satelital Landsat 2014/10/17



Nota: Imagen satelital Landsat (Combinación 4-3-2)

Elaboración propia. Fuente: Landsat, IGN.



## ANEXO 5

### LISTA DE IMÁGENES SATELITALES LANDSAT REVISADAS

Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	-	7 / 68	09-12-1984	Total	-
Landsat	MSS L1T	7 / 68	25-12-1984	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	25-12-1984	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	10-01-1985	Total	-
Landsat	-	7 / 68	10-01-1985	total	Seca
Landsat	MSS L1G	7 / 68	26-01-1985	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	26-01-1985	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	11-02-1985	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	11-02-1985	Libre de nubes	Seca
Landsat	MSS L1G	7 / 68	27-02-1985	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	27-02-1985	Parcial	Seca
Landsat	MSS L1G	7 / 68	15-03-1985	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1G	7 / 68	15-03-1985	Parcial	Seca
Landsat	MSS L1G	7 / 68	31-03-1985	Total	-
Landsat	MSS L1G	7 / 68	18-05-1985	Libre de nubes	Seca
Landsat	MSS L1G	7 / 68	03-06-1985	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	03-06-1985	Total	-
Landsat	MSS L1T	7 / 68	21-07-1985	Total	-
Landsat	-	7 / 68	06-08-1985	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	06-08-1985	Total	-
Landsat	MSS L1T	7 / 68	07-09-1985	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	07-09-1985	Total	-
Landsat	-	7 / 68	14-02-1986	Parcial	Seca
Landsat	MSS L1G	7 / 68	03-04-1986	Total	-
Landsat	-	7 / 68	03-04-1986	Total	-
Landsat	-	7 / 68	19-04-1986	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	19-04-1986	Libre de nubes	Seca
Landsat	MSS L1T	7 / 68	05-05-1986	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	05-05-1986	Libre de nubes	Seca
Landsat	MSS L1T	7 / 68	08-07-1986	Total	-
Landsat	MSS L1T	7 / 68	09-08-1986	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	09-08-1986	Total	-
Landsat	MSS L1T	7 / 68	25-08-1986	Total	-
Landsat	-	7 / 68	25-08-1986	Total	-
Landsat	MSS L1T	7 / 68	10-09-1986	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	10-09-1986	Total	-
Landsat	MSS L1T	7 / 68	26-09-1986	Total	-
Landsat	-	7 / 68	26-09-1986	Total	-
Landsat	MSS L1T	7 / 68	12-10-1986	Total	-
Landsat	-	7 / 68	12-10-1986	Total	-
<b>Landsat</b>	<b>MSS L1T</b>	<b>7 / 68</b>	<b>28-10-1986</b>	<b>Parcial</b>	<b>Húmeda</b>
Landsat	TM L1T	7 / 68	28-10-1986	Total	-



**Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas**

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	MSS L1T	7 / 68	13-11-1986	Total	-
Landsat	-	7 / 68	13-11-1986	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	29-11-1986	Parcial	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	15-12-1986	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	01-02-1987	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	05-03-1987	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	06-04-1987	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	24-05-1987	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	09-06-1987	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	27-07-1987	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	12-08-1987	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	31-10-1987	Total	-
Landsat	-	7 / 68	16-11-1987	Total	-
Landsat	-	7 / 68	18-12-1987	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	26-12-1987	Parcial	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	03-01-1988	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	11-01-1988	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	04-02-1988	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	07-03-1988	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	23-03-1988	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	08-04-1988	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	24-04-1988	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	10-05-1988	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	11-06-1988	Total	-
Landsat	-	7 / 68	27-06-1988	Total	-
Landsat	-	7 / 68	29-07-1988	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	14-08-1988	Total	-
Landsat	-	7 / 68	15-09-1988	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	01-10-1988	Total	-
Landsat	-	7 / 68	17-10-1988	Total	-
Landsat	-	7 / 68	02-11-1988	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	04-12-1988	Total	-
Landsat	-	7 / 68	20-12-1988	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	10-03-1989	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	27-04-1989	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	13-05-1989	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	14-06-1989	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	16-07-1989	Total	-
Landsat	-	7 / 68	09-08-1989	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	25-08-1989	Total	-
Landsat	-	7 / 68	02-09-1989	Total	-
Landsat	-	7 / 68	10-09-1989	Total	-
Landsat	-	7 / 68	04-10-1989	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	12-10-1989	Total	-

**Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas**

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	-	7 / 68	20-10-1989	Total	-
Landsat	-	7 / 68	05-11-1989	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	13-11-1989	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	21-11-1989	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	29-11-1989	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	07-12-1989	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	23-12-1989	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	08-01-1990	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	24-01-1990	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	09-02-1990	Parcial	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	25-02-1990	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	13-03-1990	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	29-03-1990	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	14-04-1990	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	30-04-1990	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	16-05-1990	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	17-06-1990	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	03-07-1990	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	19-07-1990	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	04-08-1990	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	20-08-1990	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	21-09-1990	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	07-10-1990	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	27-01-1991	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	12-02-1991	Parcial	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	28-02-1991	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	01-04-1991	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	17-04-1991	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	03-05-1991	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	19-05-1991	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	04-06-1991	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	20-06-1991	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	06-07-1991	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	07-08-1991	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	23-08-1991	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	08-09-1991	Total	-
Landsat	-	7 / 68	10-10-1991	Total	-
Landsat	-	7 / 68	26-10-1991	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	13-12-1991	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	29-12-1991	Total	-
Landsat	-	7 / 68	14-01-1992	Total	-
Landsat	-	7 / 68	30-01-1992	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	15-02-1992	Total	-
Landsat	-	7 / 68	02-03-1992	Parcial	Seca

**Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas**

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	-	7 / 68	18-03-1992	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	21-05-1992	Total	-
Landsat	-	7 / 68	06-06-1992	Total	-
Landsat	-	7 / 68	22-06-1992	Total	-
Landsat	-	7 / 68	08-07-1992	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	24-07-1992	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	09-08-1992	Total	-
Landsat	-	7 / 68	25-08-1992	Total	-
Landsat	-	7 / 68	10-09-1992	Total	-
Landsat	-	7 / 68	26-09-1992	Total	-
Landsat	-	7 / 68	12-10-1992	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	28-10-1992	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	13-11-1992	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	29-11-1992	Total	-
Landsat	-	7 / 68	15-12-1992	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	31-12-1992	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	16-01-1993	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	01-02-1993	Parcial	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	17-02-1993	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	05-03-1993	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	21-03-1993	Total	-
Landsat	-	7 / 68	22-04-1993	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	08-05-1993	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	24-05-1993	Total	-
Landsat	-	7 / 68	06-09-1993	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	25-06-1993	Total	-
Landsat	-	7 / 68	11-07-1993	Total	-
Landsat	-	7 / 68	12-08-1993	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	28-08-1993	Total	-
Landsat	-	7 / 68	13-09-1993	Total	-
Landsat	-	7 / 68	29-09-1993	Total	-
Landsat	-	7 / 68	15-10-1993	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	31-10-1993	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	02-12-1993	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	18-12-1993	Total	-
Landsat	-	7 / 68	03-01-1994	Total	-
Landsat	-	7 / 68	19-01-1994	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	04-02-1994	Total	-
Landsat	-	7 / 68	20-02-1994	Total	-
Landsat	-	7 / 68	24-03-1994	Total	-
Landsat	-	7 / 68	25-04-1994	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	11-05-1994	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	27-05-1994	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	12-06-1994	Total	-

**Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas**

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	TM L1T	7 / 68	14-07-1994	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	15-08-1994	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	02-10-1994	Total	-
Landsat	-	7 / 68	18-10-1994	Total	-
Landsat	-	7 / 68	02-12-1994	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	21-12-1994	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	27-03-1995	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	12-04-1995	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	28-04-1995	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	14-05-1995	Libre de nubes	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	30-05-1995	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	15-06-1995	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	17-07-1995	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	02-08-1995	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	18-08-1995	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	03-09-1995	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	19-09-1995	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	05-10-1995	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	21-10-1995	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	08-12-1995	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	24-12-1995	Parcial	Seca
Landsat	TM L1G	7 / 68	09-01-1996	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1G	7 / 68	25-01-1996	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	26-02-1996	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	13-03-1996	Total	-
Landsat	-	7 / 68	29-03-1996	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	14-04-1996	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	30-04-1996	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	16-05-1996	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	01-06-1996	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	17-06-1996	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	03-07-1996	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	19-07-1996	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	04-08-1996	Total	-
Landsat	-	7 / 68	20-08-1996	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	05-09-1996	Total	-
Landsat	-	7 / 68	21-09-1996	Total	-
Landsat	-	7 / 68	23-10-1996	Total	-
Landsat	-	7 / 68	08-11-1996	Total	-
Landsat	-	7 / 68	24-11-1996	Total	-
Landsat	-	7 / 68	10-12-1996	Total	-
Landsat	-	7 / 68	26-12-1996	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	11-01-1997	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	27-01-1997	Parcial	Seca

Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	-	7 / 68	12-02-1997	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	04-06-1997	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	20-06-1997	80%	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	06-07-1997	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	22-07-1997	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	23-08-1997	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	08-09-1997	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	24-09-1997	Total	-
Landsat	-	7 / 68	10-10-1997	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	26-10-1997	Total	-
Landsat	-	7 / 68	11-11-1997	Total	-
Landsat	-	7 / 68	13-12-1997	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	14-01-1997	Total	-
Landsat	-	7 / 68	30-01-1997	Total	-
<b>Landsat</b>	<b>-</b>	<b>7 / 68</b>	<b>15-02-1998</b>	<b>Parcial</b>	<b>Húmeda</b>
Landsat	-	7 / 68	03-03-1998	Total	-
Landsat	-	7 / 68	19-03-1998	Total	-
Landsat	-	7 / 68	04-04-1998	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	20-04-1998	Total	-
<b>Landsat</b>	<b>TM L1T</b>	<b>7 / 68</b>	<b>06-05-1998</b>	<b>Libre de nubes</b>	<b>Húmeda</b>
Landsat	TM L1T	7 / 68	22-05-1998	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	07-06-1998	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	23-06-1998	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	09-07-1998	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	10-08-1998	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	11-09-1998	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	27-09-1998	Total	-
Landsat	-	7 / 68	13-10-1998	Total	-
Landsat	-	7 / 68	29-10-1998	Total	-
Landsat	-	7 / 68	14-11-1998	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	30-11-1998	Total	-
Landsat	-	7 / 68	16-12-1998	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	01-01-1999	Total	-
Landsat	-	7 / 68	17-01-1999	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	02-02-1999	Total	-
Landsat	-	7 / 68	18-02-1999	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	06-03-1999	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	22-03-1999	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	07-04-1999	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	23-04-1999	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	06-05-1999	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	25-05-1999	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	10-06-1999	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	26-06-1999	Libre de nubes	Seca



**Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas**

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	TM L1T	7 / 68	12-07-1999	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	28-07-1999	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	05-08-1999	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	13-08-1999	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	21-08-1999	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	29-08-1999	Total	-
Landsat	-	7 / 68	06-09-1999	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	14-09-1999	Total	-
Landsat	-	7 / 68	22-09-1999	Total	-
Landsat	-	7 / 68	30-09-1999	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	08-10-1999	Total	-
Landsat	-	7 / 68	16-10-1999	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	24-10-1999	Total	-
Landsat	-	7 / 68	01-11-1999	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	09-11-1999	Total	-
Landsat	-	7 / 68	17-11-1999	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	25-11-1999	Total	-
Landsat	-	7 / 68	03-12-1999	Libre de nubes	Seca
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	11-12-1999	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	19-12-1999	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	27-12-1999	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	04-01-2000	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	28-01-2000	Total	-
Landsat	TM L1G	7 / 68	05-02-2000	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	13-02-2000	Total	-
Landsat	-	7 / 68	21-02-2000	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	08-03-2000	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	16-03-2000	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	01-04-2000	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	09-04-2000	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	25-04-2000	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	03-05-2000	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	11-05-2000	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	27-05-2000	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	04-06-2000	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	12-06-2000	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	28-06-2000	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	06-07-2000	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	14-07-2000	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	22-07-2000	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	30-07-2000	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	07-08-2000	Total	-
Landsat	TM+ L1T	7 / 68	15-08-2000	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	23-08-2000	Total	-

**Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas**

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	TM L1T	7 / 68	31-08-2000	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	08-09-2000	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	16-09-2000	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	24-09-2000	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	02-10-2000	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	10-10-2000	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	18-10-2000	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	26-10-2000	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	03-11-2000	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	11-11-2000	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	27-11-2000	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	05-12-2000	Libre de nubes	Seca
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	13-12-2000	Total	-
Landsat	ETM+ L1G	7 / 68	29-12-2000	Total	-
Landsat	-	7 / 68	06-01-2001	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	14-01-2001	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	22-01-2001	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	30-01-2001	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	07-02-2001	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	15-02-2001	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	23-02-2001	Total	-
Landsat	-	7 / 68	23-03-2001	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	11-03-2001	Total	-
Landsat	-	7 / 68	19-03-2001	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	27-03-2001	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	04-04-2001	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	12-04-2001	60%	Seca
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	20-04-2001	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	28-04-2001	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	06-05-2001	Total	-
Landsat	-	7 / 68	14-05-2001	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	22-05-2001	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	30-05-2001	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	15-06-2001	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	23-06-2001	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	01-07-2001	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	17-07-2001	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	02-08-2001	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	18-08-2001	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	03-09-2001	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	19-09-2001	Total	-
Landsat	-	7 / 68	27-09-2001	Total	-
Landsat	-	7 / 68	05-10-2001	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	13-10-2001	Total	-

Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	-	7 / 68	21-10-2001	Total	-
Landsat	-	7 / 68	29-10-2001	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	06-11-2001	Total	-
Landsat	-	7 / 68	14-11-2001	Total	-
Landsat	-	7 / 68	22-11-2001	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	08-12-2001	Total	-
Landsat	-	7 / 68	16-12-2001	Total	-
Landsat	-	7 / 68	24-12-2001	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	09-01-2002	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	17-01-2002	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	25-01-2002	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	10-02-2002	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	18-02-2002	Parcial	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	26-02-2002	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	06-03-2002	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	07-04-2002	Total	-
Landsat	-	7 / 68	15-04-2002	Total	-
Landsat	-	7 / 68	23-04-2002	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	09-05-2002	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	10-06-2002	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	26-06-2002	Total	-
Landsat	-	7 / 68	12-07-2002	Total	-
Landsat	-	7 / 68	28-07-2002	Total	-
Landsat	-	7 / 68	13-08-2002	Total	-
Landsat	-	7 / 68	29-08-2002	Total	-
Landsat	-	7 / 68	14-09-2002	Total	-
Landsat	-	7 / 68	30-09-2002	Total	-
Landsat	-	7 / 68	16-10-2002	Total	-
Landsat	-	7 / 68	01-11-2002	Total	-
Landsat	-	7 / 68	17-11-2002	Total	-
Landsat	-	7 / 68	03-12-2002	Total	-
<b>Spot</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>13-12-2002</b>	<b>Libre de nubes</b>	<b>Seca</b>
Landsat	-	7 / 68	19-12-2002	Total	-
Landsat	-	7 / 68	04-01-2003	Total	-
Landsat	-	7 / 68	20-01-2003	Total	-
Landsat	-	7 / 68	05-02-2003	Total	-
Landsat	-	7 / 68	21-02-2003	Parcial	Seca
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	09-03-2003	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	25-03-2003	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	10-04-2003	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	12-05-2003	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	28-05-2003	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	07-07-2003	Total	-
Landsat	-	7 / 68	15-07-2003	Total	-

**Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas**

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	-	7 / 68	23-07-2003	Total	-
Landsat	-	7 / 68	31-07-2003	Total	-
Landsat	-	7 / 68	08-08-2003	Total	-
Landsat	-	7 / 68	24-08-2003	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	09-09-2003	Total	-
Landsat	-	7 / 68	17-09-2003	Total	-
Landsat	-	7 / 68	25-09-2003	Total	-
Landsat	-	7 / 68	11-10-2003	Total	-
Landsat	-	7 / 68	19-10-2003	Total	-
Landsat	-	7 / 68	27-10-2003	Total	-
Landsat	-	7 / 68	04-11-2003	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	12-11-2003	Total	-
Landsat	-	7 / 68	20-11-2003	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	28-11-2003	Total	-
Landsat	-	7 / 68	06-12-2003	Total	-
Landsat	-	7 / 68	14-12-2003	Total	-
Landsat	-	7 / 68	22-12-2003	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	30-12-2003	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	07-01-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	15-01-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	23-01-2004	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	31-01-2004	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	08-02-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	16-02-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	24-02-2004	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	03-03-2004	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	11-03-2004	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	19-03-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	27-03-2004	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	04-04-2004	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	12-04-2004	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	20-04-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	28-04-2004	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	06-05-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	14-05-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	22-05-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	30-05-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	07-06-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	15-06-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	23-06-2004	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	09-07-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	17-07-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	25-07-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	02-08-2004	Total	-

**Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas**

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	-	7 / 68	10-08-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	18-08-2004	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	26-08-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	03-09-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	11-09-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	19-09-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	27-09-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	13-10-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	21-10-2004	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	29-10-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	06-11-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	14-11-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	22-11-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	30-11-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	08-12-2004	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	16-12-2004	Total	-
Landsat	-	7 / 68	24-12-2004	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	01-01-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1G	7 / 68	09-01-2005	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	17-01-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	25-01-2005	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	02-02-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	10-02-2005	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	18-02-2005	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	26-02-2005	Total	-
Landsat	-	7 / 68	06-03-2005	Total	-
Landsat	-	7 / 68	14-03-2005	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	22-03-2005	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	30-03-2005	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	07-04-2005	Libre de nubes	Seca
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	15-04-2005	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	23-04-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	01-05-2005	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	09-05-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	17-05-2005	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	25-05-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	02-06-2005	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	10-06-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	18-06-2005	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	26-06-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	04-07-2005	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	12-07-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	20-07-2005	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	28-07-2005	Total	-



**Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas**

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	05-08-2005	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	13-05-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	21-08-2005	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	29-08-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	06-09-2005	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	14-09-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	22-09-2005	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	30-09-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	08-10-2005	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	16-10-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	24-10-2005	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	01-11-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	09-11-2005	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	17-11-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	25-11-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	11-12-2005	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	27-12-2005	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	12-01-2006	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	28-01-2006	Total	-
Landsat	-	7 / 68	05-02-2006	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	13-02-2006	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	21-02-2006	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	09-03-2006	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	17-03-2006	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	02-04-2006	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	10-04-2006	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	26-04-2006	Libre de nubes	Seca
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	04-05-2006	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	12-05-2006	Libre de nubes	Seca
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	20-05-2006	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	28-05-2006	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	05-06-2006	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	13-06-2006	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	29-06-2006	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	07-07-2006	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	15-07-2006	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	23-07-2006	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	31-07-2006	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	08-08-2006	Total	-
Landsat	-	7 / 68	24-08-2006	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	01-09-2006	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	09-09-2006	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	17-09-2006	Total	-
Landsat	-	7 / 68	25-09-2006	Total	-

**Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas**

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	TM L1T	7 / 68	03-10-2006	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	11-10-2006	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	19-10-2006	Total	-
Landsat	-	7 / 68	27-10-2006	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	04-11-2006	Total	-
Landsat	-	7 / 68	12-11-2006	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	20-11-2006	Total	-
Landsat	-	7 / 68	06-12-2006	Total	-
Landsat	-	7 / 68	22-12-2006	Total	-
Landsat	-	7 / 68	30-12-2006	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	07-01-2007	Total	-
Landsat	-	7 / 68	23-01-2007	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	31-01-2007	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	08-02-2007	Total	-
Landsat	-	7 / 68	16-02-2007	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	24-02-2007	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	04-03-2007	Total	-
Landsat	-	7 / 68	12-03-2007	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	20-03-2007	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	28-03-2007	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	05-04-2007	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	13-04-2007	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	21-04-2007	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	29-04-2007	Total	-
Landsat	-	7 / 68	07-05-2007	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	15-05-2007	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	31-05-2007	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	08-06-2007	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	16-06-2007	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	24-06-2007	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	02-07-2007	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	18-07-2007	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	03-08-2007	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	11-08-2007	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	19-08-2007	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	04-09-2007	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	12-09-2007	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	20-09-2007	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	28-09-2007	Total	-
Landsat	-	7 / 68	14-10-2007	Total	-
Landsat	-	7 / 68	15-11-2007	Parcial	Seca
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	01-12-2007	Total	-
Landsat	-	7 / 68	17-12-2007	Total	-
Landsat	-	7 / 68	26-01-2008	Parcial	Seca

**Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas**

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	ETM+ L1G	7 / 68	03-02-2008	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	11-02-2008	Libre de nubes	Seca
Landsat	ETM+ L1G	7 / 68	19-02-2008	Total	-
Landsat	-	7 / 68	27-02-2008	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	06-03-2008	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	14-03-2008	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	22-03-2008	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	30-03-2008	Libre de nubes	Seca
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	07-04-2008	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	15-04-2008	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	23-04-2008	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	01-05-2008	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	09-05-2008	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	17-05-2008	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	25-05-2008	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	02-06-2008	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	10-06-2008	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	18-06-2008	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	26-06-2008	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	04-07-2008	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	12-07-2008	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	20-07-2008	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	28-07-2008	Total	-
Landsat	-	7 / 68	05-08-2008	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	13-08-2008	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	21-08-2008	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	29-08-2008	Total	-
Landsat	-	7 / 68	06-09-2008	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	14-09-2014	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	22-09-2008	Total	-
Landsat	-	7 / 68	30-09-2008	Total	-
Landsat	-	7 / 68	08-10-2008	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	16-10-2008	Total	-
Landsat	-	7 / 68	24-10-2008	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	01-11-2008	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	09-11-2008	Parcial	Seca
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	17-11-2008	Total	-
Landsat	-	7 / 68	25-11-2008	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	03-12-2008	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	11-12-2008	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	27-12-2008	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	04-01-2009	Total	-
Landsat	-	7 / 68	12-01-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	20-01-2009	Total	-

**Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas**

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	-	7 / 68	05-02-2009	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	13-02-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	21-02-2009	Total	-
Landsat	-	7 / 68	01-03-2009	Total	-
Landsat	-	7 / 68	09-03-2009	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	17-03-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	25-03-2009	Libre de nubes	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	02-04-2009	Libre de nubes	Seca
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	10-04-2009	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	18-04-2009	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	26-04-2009	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	04-05-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	12-05-2009	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	20-05-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	28-05-2009	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	05-06-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	13-06-2009	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	21-06-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	29-06-2009	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	07-07-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	15-07-2009	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	23-07-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	31-07-2009	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	08-08-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	16-08-2009	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	24-08-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	01-09-2009	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	09-09-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	17-09-2009	Total	-
Landsat	-	7 / 68	25-09-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	03-10-2009	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	11-10-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	19-10-2009	Total	-
Landsat	-	7 / 68	27-10-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	04-11-2009	Total	-
Landsat	-	7 / 68	12-11-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	20-11-2009	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	28-11-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	06-12-2009	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	14-12-2009	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	07-01-2010	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	15-01-2010	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	23-01-2010	Total	-
<b>Landsat</b>	<b>TM L1T</b>	<b>7 / 68</b>	<b>31-01-2010</b>	<b>Parcial</b>	<b>Húmeda</b>

**Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas**

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	08-02-2010	Total	-
Landsat	-	7 / 68	16-02-2010	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	24-02-2010	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	12-03-2010	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	28-03-2010	Libre de nubes	Seca
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	13-04-2010	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	21-04-2010	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	29-04-2010	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	15-05-2010	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	31-05-2010	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	16-06-2010	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	02-07-2010	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	18-07-2010	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	11-08-2010	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	19-08-2010	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	04-09-2010	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	20-09-2010	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	06-10-2010	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	14-10-2010	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	22-10-2010	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	30-10-2010	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	01-12-2010	Total	-
Landsat	-	7 / 68	09-12-2010	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	25-12-2010	Parcial	Seca
Landsat	TM L1T	7 / 68	02-01-2011	Total	-
Landsat	-	7 / 68	10-01-2011	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1G	7 / 68	11-02-2011	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	27-02-2011	Parcial	Húmeda
Landsat	TM L1T	7 / 68	07-03-2011	Libre de nubes	Seca
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	31-03-2011	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	02-05-2011	Libre de nubes	Seca
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	18-05-2011	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	26-05-2011	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	03-06-2011	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	11-06-2011	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	19-06-2011	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	27-06-2011	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	05-07-2011	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	21-07-2011	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	29-07-2011	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	06-08-2011	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	22-08-2011	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	30-08-2011	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	07-09-2011	Total	-



**Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas**

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	TM L1T	7 / 68	15-09-2011	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	23-09-2011	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	25-10-2011	Total	-
Landsat	TM L1T	7 / 68	02-11-2011	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	10-11-2011	Total	-
Landsat	-	7 / 68	26-11-2011	Total	-
Landsat	-	7 / 68	12-12-2011	Total	-
Landsat	-	7 / 68	28-12-2011	Total	-
Landsat	-	7 / 68	13-01-2012	Total	-
Landsat	-	7 / 68	29-01-2012	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	14-02-2012	Parcial	Húmeda
Landsat	-	7 / 68	01-03-2012	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	17-03-2012	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	02-04-2012	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	18-04-2012	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	04-05-2012	Total	-
Landsat	-	7 / 68	20-05-2012	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	05-06-2012	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	21-06-2012	Total	-
Landsat	-	7 / 68	07-07-2012	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	23-07-2012	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	08-08-2012	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	24-08-2012	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	09-09-2012	Total	-
Landsat	-	7 / 68	25-09-2012	Total	-
Landsat	-	7 / 68	11-10-2012	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	27-10-2012	Parcial	Seca
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	12-11-2012	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	28-11-2012	Total	-
Landsat	-	7 / 68	30-12-2012	Libre de nubes	Seca
Landsat	-	7 / 68	31-01-2013	Total	-
Landsat	-	7 / 68	16-02-2013	Parcial	Seca
Landsat	-	7 / 68	05-04-2013	Parcial	Húmeda
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	13-04-2013	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM L1T	7 / 68	21-04-2013	Parcial	Húmeda
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	29-04-2013	Total	-
Landsat	-	7 / 68	07-05-2013	Libre de nubes	Seca
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	15-05-2013	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	23-05-2013	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	31-05-2013	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	16-06-2013	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	02-07-2013	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	10-07-2013	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	18-07-2013	Total	-

**Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas**

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	26-07-2013	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	03-08-2013	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	11-08-2013	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	19-08-2013	Total	-
Landsat	-	7 / 68	27-08-2013	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	04-09-2013	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	12-09-2013	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	28-09-2013	Total	-
Landsat	-	7 / 68	14-10-2013	Parcial	Seca
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	22-10-2013	Total	-
Landsat	-	7 / 68	30-10-2013	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	07-11-2013	Total	-
Landsat	-	7 / 68	15-11-2013	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	23-11-2013	Total	-
Landsat	-	7 / 68	01-12-2013	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	09-12-2013	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	17-12-2013	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	25-12-2013	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	02-01-2014	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	10-01-2014	Total	-
Landsat	-	7 / 68	18-01-2014	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	26-01-2014	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	03-02-2014	Libre de nubes	Seca
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	11-02-2014	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	19-02-2014	Libre de nubes	Seca
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	27-02-2014	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	07-03-2014	Libre de nubes	Seca
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	15-03-2014	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	23-03-2014	Parcial	Húmeda
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	31-03-2014	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	08-04-2014	Parcial	Húmeda
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	16-04-2014	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	24-04-2014	Parcial	Húmeda
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	02-05-2014	Total	-
ETM L1T	ETM+ L1T	7 / 68	10-05-2014	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	18-05-2014	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	26-05-2014	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	03-06-2014	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	11-06-2014	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	19-06-2014	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	27-06-2014	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	05-07-2014	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	13-07-2014	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	21-07-2014	Total	-

**Cuadro 42. Imágenes de satélite revisadas**

Sensor	Producto	Path / Row	Fecha	Área de estudio	
				Nubosidad	Temporada*
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	29-07-2014	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	06-08-2014	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	14-08-2014	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	22-08-2014	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	30-08-2014	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	07-09-2014	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	15-09-2014	Total	-
Landsat	PÑI TIRS L1T	7 / 68	23-09-2014	Total	-
Landsat	ETM L1T	7 / 68	01-10-2014	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	09-10-2014	Total	-
<b>Landsat</b>	<b>ETM+ L1T</b>	<b>7 / 68</b>	<b>17-10-2014</b>	<b>Parcial</b>	<b>Húmeda</b>
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	25-10-2014	Total	-
Landsat	ETM+ L1G	7 / 68	02-11-2014	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	10-11-2014	Parcial	Húmeda
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	18-11-2014	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	26-11-2014	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	04-12-2014	Parcial	Seca
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	12-12-2014	Total	-
Landsat	ETM+ L1T	7 / 68	20-12-2014	Total	-
Landsat	OLI TIRS L1T	7 / 68	28-12-2014	Total	-

\*Se verificó visualmente si en el área de estudio presentaba vegetación

Fuente: Glovis USGS

Elaboración propia